

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-170407  
(43)Date of publication of application : 26.06.1998

(51)Int.Cl. G01M 19/02  
G01M 15/00  
G01R 31/00

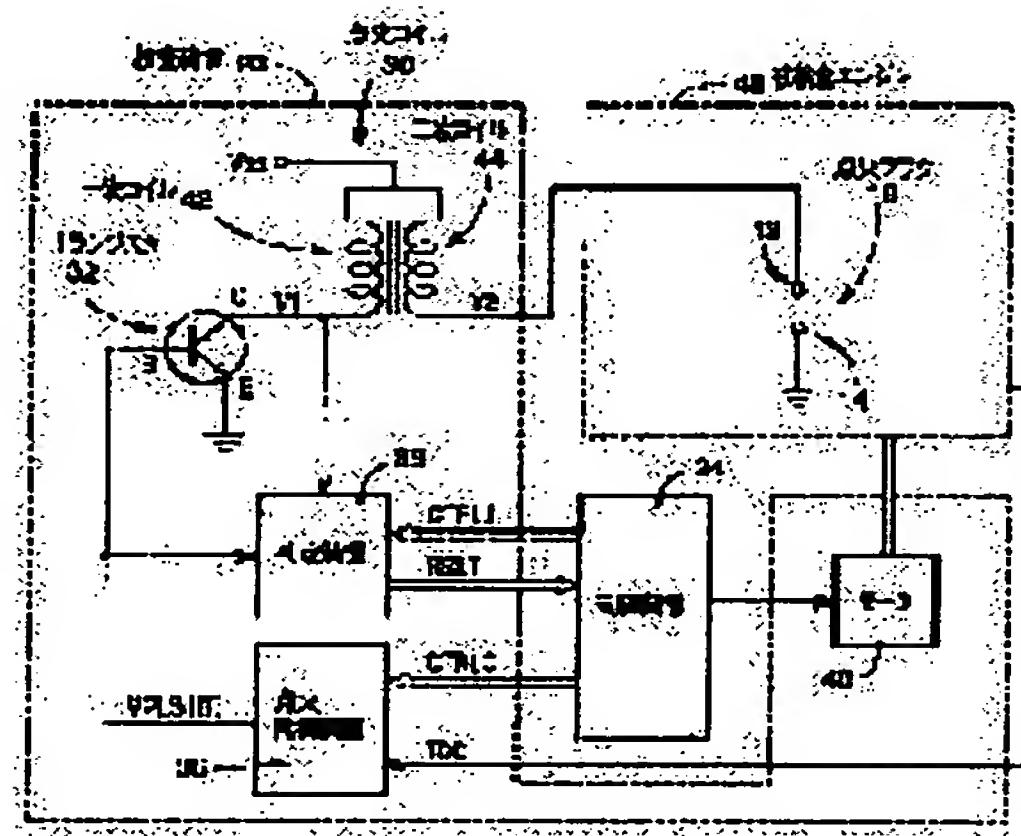
(21)Application number : 08-326478 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP  
(22)Date of filing : 06.12.1996 (72)Inventor : MARUTA NAOYUKI  
SUZUKI NOBUAKI

## (54) METHOD FOR INSPECTING ENGINE IGNITION PLUG

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an ignition plug inspecting method wherein an ignition plug is inspected while it is attached to an engine.

**SOLUTION:** A discharge gap collapse and insulator breakage are inspected based on the value of form parameter  $S_n (=V_n/T_n)$  which is calculated with a voltage parameter  $V_n$  which is a mean value of primary voltage  $V_1$  during spark discharge of an ignition plug 10, especially when the spark discharge is mainly inductive discharge, and a time parameter  $T_n$  which is the time length of the inductive discharge. Since the engine on which the ignition plug 10 is mounted is inspected in the state where a crank shaft is rotated by a motor 40 or in standstill, an inspection method and an inspection system configuration are simple, compared to where inspection is performed by firing, for improved precision in inspection result.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	16.09.1998
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	03.04.2001
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3228159
[Date of registration]	07.09.2001
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2001-07122
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	02.05.2001
[Date of extinction of right]	

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-170407

(43)公開日 平成10年(1998)6月26日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 1 M 19/02  
15/00  
G 0 1 R 31/00

### 識別記号

F I  
G O 1 M 19/02  
15/00  
G O 1 R 31/00

z

審査請求 未請求 請求項の数2 O.L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平8-326478

(22)出願日 平成8年(1996)12月6日

(71) 出席人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 丸田 直行

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 鈴木 延明

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

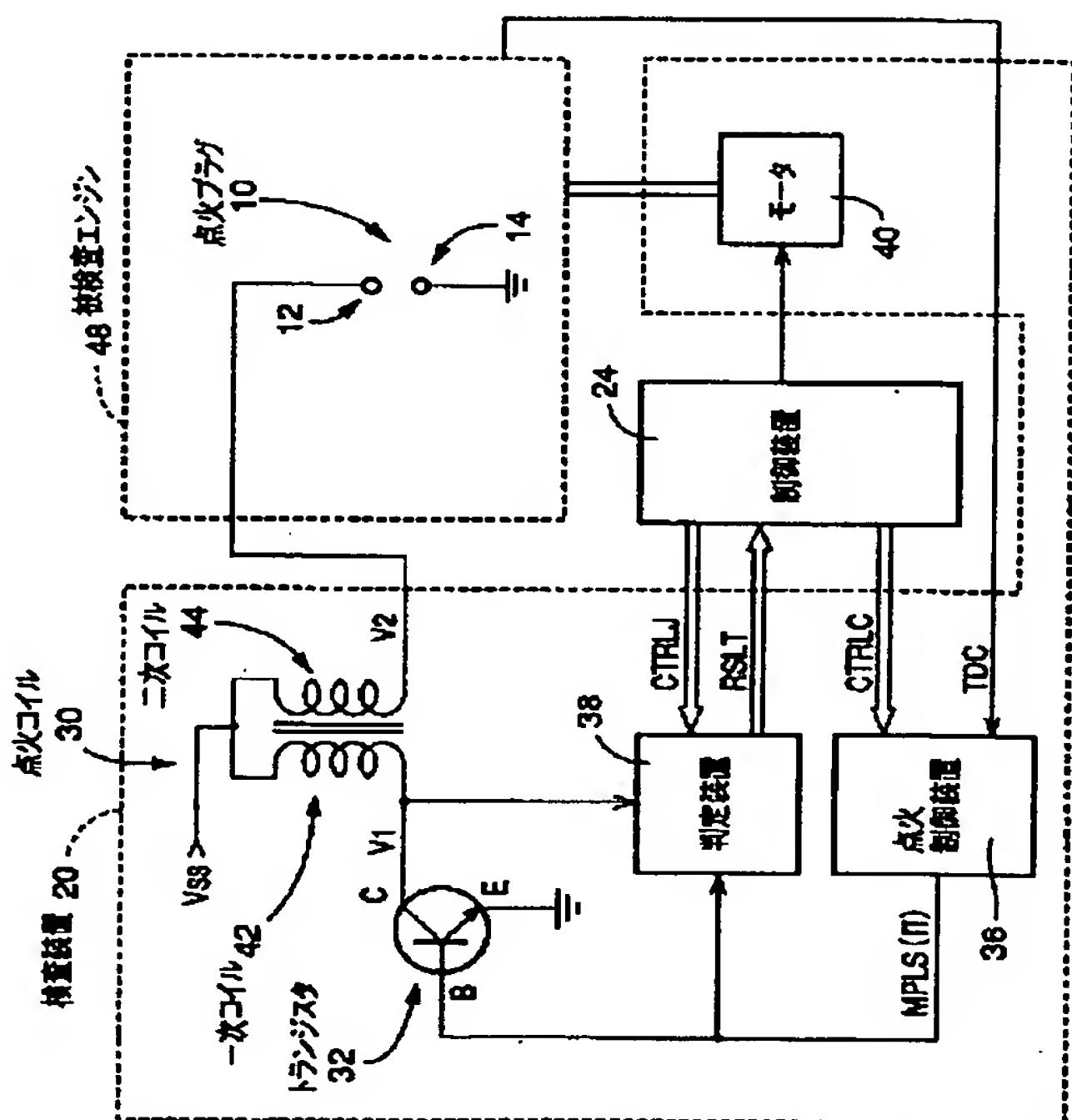
(74) 代理人 弁理士 神戸 典和 (外2名)

(54) 【発明の名称】 エンジンの点火プラグ検査方法

(57) 【要約】

【課題】点火プラグを、エンジンに組み付けた状態で検査し得る点火プラグ検査方法を得る。

【解決手段】点火プラグ10に火花放電が起こっている期間中であって、さらにその火花放電が主として誘導放電である期間中における一次電圧V1の平均値である電圧パラメータVnと、その誘導放電の期間の長さである時間パラメータTnとから算出される形状パラメータSn (=Vn/Tn) の値に基づいて、放電ギャップつぶれおよび碍子割れを検査する。点火プラグ10が組み付けられるエンジンは、モータ40によってクランクシャフトが回転させられている状態と静止している状態とのいずれかの状態で検査が行なわれる所以、ファイヤリングによって検査が行なわれる場合に比して、検査方法と検査システムの構成とを簡単にでき、検査結果の精度を向上できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジンに点火プラグを組み付けた状態で、そのエンジンに燃料を供給することなく、点火プラグに、放電を行わせるに十分な電圧を印加してその電圧に関連した電圧関連量を検出し、その検出結果に基づいて点火プラグの状態を判定することを特徴とする点火プラグ検査方法。

【請求項2】 エンジンに点火プラグを組み付けた状態で、その点火プラグに、一次電圧に基づいてその一次電圧より高圧の二次電圧を発生させる放電電圧印加装置により、放電を行わせるに十分な電圧を印加し、その際の一次電圧と二次電圧との少なくとも一方の高さを検出し、少なくともその検出結果に基づいて点火プラグの状態を判定することを特徴とする点火プラグ検査方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、点火プラグの放電ギャップ不良、碍子不良等の状態不良を検出する点火プラグの検査方法に関するものであり、特に、点火プラグをエンジンに組み付けた状態で検査する方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 点火プラグの状態不良は、エンジンへの組付けに際して発生し易いため、点火プラグをエンジンに組み付けた後に行うことが望ましい。特開昭50-74034号公報には、エンジンに組み付けた状態で点火プラグの放電ギャップを検出する方法が記載されている。この方法は、エンジンを燃料の燃焼により自力で回転させつつ、イグニッションコイルの二次電圧を専用の検出プローブで検出し、検出した二次電圧に含まれる誘導放電部の継続時間に基づいて点火プラグの放電ギャップを検出するものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題、課題解決手段、作用および効果】 この放電ギャップ検出方法を利用すれば、点火プラグをエンジンに組み付けた状態で検査することができる。しかし、この方法は、いわゆるファイアリング検査であり、かつ、放電継続時間にのみ基づいて放電ギャップを検査するものであるため、十分なものとは言い難い。点火プラグにおける放電は、放電ギャップ周辺における圧力や混合気濃度の影響を受けるのであるが、ファイアリング状態ではシリンダ内に激しい気体流動が存在し、放電ギャップ周辺の圧力や混合気濃度の変動が大きいため、放電ギャップの検出精度が十分とは言い得ないのである。また、点火プラグの検査は放電ギャップの適、不適のみならず、碍子不良等の状態不良についても行い得ることが望ましいのであるが、その要求を満たすことができない。本発明は、上記特開昭50-74034号公報に記載の放電ギャップ検出方法を利用した点火プラグ検査方法より良好な検査方法を得ることを課題と

してなされたものである。

【0004】 そして、本発明に係る点火プラグの検査方法は、エンジンに点火プラグを組み付けた状態で、そのエンジンに燃料を供給することなく、点火プラグに、放電を行わせるに十分な電圧を印加してその電圧に関連した電圧関連量を検出し、その検出結果に基づいて点火プラグの状態を判定することを特徴とするものである。

【0005】 本検査方法は、シリンダ内の圧力をほぼ大気圧に保って行う様と、大気圧より高めて行う様とを含んでいる。また、エンジンを静止させた状態で行う様と、エンジンを外部駆動装置により回転駆動しつつ行う様とを含んでいる。外部駆動装置による回転駆動は、エンジンを燃料の燃焼を伴うことなくファイアリング状態に近い状態に置くために行われるものであり、シリンダ内の圧力を高めることは勿論、必要に応じて、エンジン自身の点火系を検査装置の一部として利用することも可能になる。ただし、シリンダ内の圧力を高めるのみであれば、例えば、吸気ポートと排気ポートとの少なくとも一方を閉塞して大気から遮断するとともに、その閉塞されたポートに外部圧力源から加圧空気等の加圧気体を供給することによっても可能である。

【0006】 上記いずれの場合も、エンジンには燃料を供給しないで行われるため、混合気濃度の影響が排除される。その上、エンジンを静止状態に保って行われる場合は勿論、外部駆動装置により回転駆動して行われる場合でも、シリンダ内の気体流動がファイアリング状態におけるより小さくなるため、点火プラグの放電ギャップ周辺の圧力変動が小さくなる。したがって、放電ギャップの検出精度が向上し、点火プラグ検査の信頼性が向上する。特に、一次電圧に基づいてその一次電圧より高圧の二次電圧を発生させる放電電圧印加装置の一次電圧と二次電圧との少なくとも一方と、前記放電継続時間が電圧関連量として検出される様では、得られる情報が多いため、一層検査の信頼性が向上する。また、一次電圧と二次電圧との少なくとも一方は検出されるが放電継続時間は検出されない様においても、電圧の平均値、変化勾配、変化波形などの検出によって、放電継続時間のみに基づく場合より多くの情報を得ることが可能であり、この場合も検査の信頼性が向上する。

【0007】 本発明に係る別の点火プラグ検査方法は、エンジンに点火プラグを組み付けた状態で、その点火プラグに、一次電圧に基づいてその一次電圧より高圧の二次電圧を発生させる放電電圧印加装置により、放電を行わせるに十分な電圧を印加し、その際の一次電圧と二次電圧との少なくとも一方の高さを検出し、少なくともその検出結果に基づいて点火プラグの状態を判定することを特徴とするものである。この検査方法によれば、前記一次電圧と二次電圧との少なくとも一方が検出される場合と同様に、放電継続時間のみに基づく場合より多くの情報を得ることが可能であり、検査の信頼性が向上する

効果が得られる。なお、本発明は、エンジンのファイアリング状態において点火プラグの検査を行うことや、放電継続時間の検出を行うことを排除するものではない。

### 【0008】

【発明の補足説明】本発明は上記各請求項に記載の態様の外に、下記の態様でも実施可能である。実施の態様は、便宜上、請求項と同じ形式の実施態様項として記載する。ただし、複数の請求項または実施態様項に従属する実施態様項にさらに従属する実施態様項は、それら複数の請求項または実施態様項のすべてについて読み得るとは限らず、論理的に矛盾を生じない項のみについて読みられるべきものとする。

(1) 前記電圧の印加を、前記エンジンを外部駆動装置により回転させつつ行うことを特徴とする請求項1または2に記載の点火プラグ検査方法。

(2) 前記電圧の印加を、前記エンジンを停止させた状態で行うことを特徴とする請求項1、2、実施態様項1のいずれか1つに記載の点火プラグ検査方法。実施態様項1に従属する実施態様は、エンジンを静止させた状態で点火プラグの検査を行う静止状態検査工程とエンジンを回転させつつ行う回転状態検査工程との両方を実施するものである。両方を実施すれば得られる情報が豊富になり、検査可能な項目が増大し、あるいは検査の信頼性が向上する。

(3) 前記電圧の印加を、前記エンジンのシリンダ内の圧力を大気圧に保って行うことを特徴とする請求項1、2、実施態様項1、2のいずれか1つに記載の点火プラグ検査方法。主体は、エンジンを停止させて行う検査方法であるが、エンジンを外部駆動装置で回転駆動しつつ行うことも可能である。何らかの手段で吸気バルブと排気バルブとの少なくとも一方を開放状態に保って、エンジンを回転させればよいのである。それによって、例えば、エンジン自身の点火系を検査装置の一部として利用することが可能となる。また、その点火系の異常を、圧力変動の影響を排除しつつ検出することも可能になる。

(4) 前記電圧の印加を、前記エンジンのシリンダ内の圧力を大気圧より高めた状態で行うことを特徴とする請求項1、2、実施態様項1ないし3のいずれか1つに記載の点火プラグ検査方法。実施態様項3に従属する実施態様は、電圧の印加を、シリンダ内の圧力を大気圧に保った状態と大気圧より高めた状態との両方で行う態様であり、この態様によれば得られる情報が豊富になり、検査可能な項目が増大し、あるいは検査の信頼性が向上する。例えば、放電ギャップ不良と碍子不良との両方を容易に検出することができる。

(5) 前記シリンダ内の圧力を大気圧より高めた状態が、エンジンが燃料の爆発によって回転する際の点火時における圧力の状態と同じ状態であることを特徴とする実施態様項4に記載の点火プラグ検査方法。

(6) 電圧関連量が、一次電圧に基づいてその一次電圧

より高圧の二次電圧を発生させる放電電圧印加装置による電圧印加の際の一次電圧と二次電圧との少なくとも一方の高さを含む請求項1、実施態様項1ないし5のいずれか1つに記載の点火プラグ検査方法。

(7) 前記一次電圧と二次電圧との少なくとも一方の高さの検出が、前記エンジンが燃料の燃焼により自力で回転している状態で行われる請求項2に記載の点火プラグ検査方法。

(8) さらに、前記放電の継続時間を検出する工程を含む請求項1、2、実施態様項1ないし7のいずれか1つに記載の点火プラグ検査方法。

(9) 前記判定が、前記一次電圧と二次電圧との少なくとも一方の平均値と、前記放電継続時間との比率に基づいて行われる実施態様項8に記載の点火プラグ検査方法。

(10) エンジンに点火プラグを組み付けた状態で、そのエンジンに燃料を供給することなく点火プラグの状態を検査する装置であって、点火プラグに放電を行わせるに十分な電圧を印加する放電電圧印加装置と、その印加電圧に関連した電圧関連量を検出し、その検出結果に基づいて点火プラグの状態を判定する判定装置とを含む点火プラグ検査装置。

(11) エンジンに点火プラグを組み付けた状態で、その点火プラグの状態を検査する装置であって、前記点火プラグに、一次電圧に基づいてその一次電圧より高圧の放電を行わせるに十分な二次電圧を発生させる放電電圧印加装置と、その放電の際の一次電圧と二次電圧との少なくとも一方の高さを検出し、少なくともその検出結果に基づいて点火プラグの状態を判定する判定装置とを含む点火プラグ検査装置。

### 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態である点火プラグ検査方法を、その実施に好適な検査システムと共に説明する。本実施形態の検査システムは、エンジン組立工程において、点火プラグの状態不良である放電ギャップ不良および碍子不良の有無を、それぞれ独立に検査し得るものである。図1は、放電ギャップ不良および碍子不良が、共にない状態における点火プラグ10を示す図である。放電ギャップは、中心電極12と接地電極14との間隙である。図1には、放電ギャップの近傍を拡大した図も示されており、放電ギャップの大きさはgで示されている。なお、図1に示した状態でエンジンに組み付けられていることを、正常組付状態で組み付けられていると称する。

【0010】図2は、放電ギャップが不良である点火プラグ10の一例を示す図である。図2にも、放電ギャップの近傍を拡大した図が示されている。放電ギャップの大きさはg'である。放電ギャップ不良は、例えば、点火プラグ10の落下や、組付けの際にエンジンと衝突する等の原因により、接地電極14が塑性変形することに

より生じる。図2に示した例では、接地電極14の先端が中心電極12に接近させられ、図1に示した状態に比して放電ギャップが小さくなっている( $g' < g$ )。この放電ギャップ不良を、放電ギャップつぶれと称する。放電ギャップが小さいほど、エンジンは爆発しにくくなる。これは、放電ギャップの大きさが充分でないと、燃焼が成長するために必要な火炎核を形成できないためである。

【0011】図3は、碍子不良がある点火プラグ10の一例を示す図である。碍子不良は、中心電極12と接地電極14とを絶縁する碍子16にピンホール、クラック等が生じている状態である。ピンホールは殆ど碍子16の製造時に生じるのであるが、クラックは碍子16の製造時のみならず、点火プラグ10の落下、組付けの際のエンジンとの衝突、組付けの際の碍子16に加えられる異常な力等によっても発生する。ピンホールやクラックが大きい場合にはエネルギーの漏洩が発生する。例えば、点火プラグ10のシェル18は、エンジンに組み付けられた状態で、接地電極14と同様に接地されるので、場合によっては、碍子16のピンホールやクラックを経て中心電極12とシェル18との間で放電が起こる場合がある(後述)。この放電が起こるような碍子16の不良を、碍子不良と称する。

【0012】図4は、放電ギャップつぶれと碍子不良とを、それぞれ独立に検査し得る検査システムを示す概略構成図である。ここで、独立に検査し得るとは、放電ギャップの検査が、碍子不良の有無にかかわらず可能であり、かつ、碍子不良の検査結果が、放電ギャップの状態に影響されないことを意味する。本検査システムは、検査装置20および制御装置24を主たる構成要素として含んでいる。検査装置20は、点火コイル30、トランジスタ32、点火制御装置36、判定装置38およびモータ40を含んでいる。点火コイル30は、一次コイル42と二次コイル44とを備えている。これらのコイルの一端は、互いに接続され、電圧源(電圧V<sub>SS</sub>)に接続されている。なお、図4においては、トランジスタ32、点火コイル30および点火プラグ10の組が、1組だけ示されているが、本実施形態の被検査エンジン48は、これらの組を気筒数と同数だけ含む形態のものである。図4には、それらの組のうちの1組だけが示されている。一次コイル42の他端は、トランジスタ32のコレクタCに接続されている。この接続部分の電圧を一次電圧V1とする。トランジスタ32のエミッタEは接地され、ベースBは点火制御装置36および判定装置38に接続されている。二次コイル44の他端は、ハイテンションコードにより点火プラグ10の中心電極12に接続されている。この接続部分の電圧を二次電圧V2とする。この二次電圧V2によって、点火プラグ10の放電ギャップにおいて火花放電が発生させられることとなる。これら、点火コイル30、トランジスタ32および

点火制御装置36によって、放電電圧印加装置が構成されているのである。

【0013】制御装置24は、点火制御装置36および判定装置38に、それぞれ制御信号CTRLCおよびCTRLJを供給する。制御信号CTRLCおよび制御信号CTRLJには、それぞれ2種類の信号がある。第一のものは、放電ギャップつぶれの有無を検査する際に出力される制御信号CTRLC1および制御信号CTRLJ1であり、第二のものは、碍子不良の有無を検査するための制御信号CTRLC2および制御信号CTRLJ2である。まず、制御信号CTRLC1および制御信号CTRLJ1が供給される場合について説明する。制御装置24は、放電ギャップつぶれを検査する場合に、点火制御装置36に制御信号CTRLC1を供給する。

【0014】なお、本実施形態の被検査エンジン48には、上述のように、トランジスタ32および点火コイル30が、点火プラグ10と同数含まれているが、トランジスタ32および点火コイル30がそれぞれ1つずつしか含まれていないエンジンも存在する。1つの二次コイル44がディストリビュータによって複数の点火プラグ10の中心電極12に逐一的に導通させられる形式のエンジンがその一例である。このような場合には、例えば、点火プラグ10と同数の高耐電圧の有接点リレー、ソリッドステートリレー等を介して、複数の点火プラグ10の各中心電極12のそれぞれが、1つの二次コイル44に逐一的に接続されるようにしてもよい。このような構成にすれば、有接点リレー、ソリッドステートリレー等の状態を電気的に制御することによって、検査の対象となる点火プラグ10だけに火花放電を発生させることができる。

【0015】点火制御装置36は、制御信号CTRLC1を受信すると直ちに、矩形パルスMPLSを、トランジスタ32のベースBと判定装置38とに供給する。このとき、矩形パルスMPLSが供給されるトランジスタ32に対応する点火プラグ10が組み付けられている気筒は、吸気バルブと排気バルブとの少なくとも一方が開いた状態とされる。つまり、放電ギャップの周囲の圧力が、大気圧とされるのである。このことは、モータ40を回転させることによって予め実施されるが、モータ40は、クラシクシャフトの回転角度を任意に変更できるように、サーボ機構を備えたものであることが望ましい。矩形パルスMPLSは、各気筒に対応して複数存在するトランジスタの、いずれか1つ(ここでは、図4に示したトランジスタ32)だけに供給されるようになっている。矩形パルスMPLSが供給されるトランジスタ32に対応する点火プラグ10が、検査の対象となるのである。すべての点火プラグを検査するためには、すべてのトランジスタに対して、個々に矩形パルスMPLSが供給される必要がある。一方、判定装置38には、各トランジスタに供給される矩形パルスMPLSのそれぞ

れが、すべて供給されるようにされているが、その機能については後述する。矩形パルスMPLSがトランジスタ32のベースBに供給されると、その矩形パルスMPLSのパルス幅に相当する時間TINT中トランジスタ32が導通し、時間TINT経過後非導通状態に復帰する。それに応じて一次電圧V1は、図5に示すような複雑な波形で変動する。なお、図5に示す波形は、放電ギャップつぶれおよび碍子不良が共にない正常組付状態における一次電圧V1の波形であり、これらの点火プラグの状態不良が存在する場合の波形については後述する。後述するように、本実施形態の点火プラグ検査方法においては、時間TINTが終了した後の一次電圧V1の変化に基づいて検査が行なわれるのであるが、時間TINTが終了した後においては、一次電圧V1と二次電圧V2との絶対値はほぼ比例するので、二次電圧V2に基づいて検査を行なっても同様の結果を得ることができる。ただし、二次電圧V2は通常の場合、1万ボルト以上に達し、計測機器に要求される耐電圧性能が大きく、検査システムの構成が複雑になり、コストも高くなるので、本実施形態においては、一次電圧V1に基づいて検査を行なわれるようになっているのである。

【0016】時間TINT中に一次コイル42に蓄積された電磁エネルギーは、時間TINTの終了後に主として点火プラグ10における火花放電により消費される。当初は、図5に示すように所謂容量放電が発生し、この容量放電により点火コイル30の二次側に二次回路が形成される。容量放電が開始するために必要な電圧は、未だ二次回路が形成されていない状態で放電を開始するために必要な電圧（初期の絶縁破壊電圧）であるため、大きな電圧になる。図5に波形を示したように、容量放電の開始時においては、二次電圧V2が瞬間に高い電圧を示すこととなる。なお、図5に示した波形は、一次電圧V1の波形であるが、上述のように、一次コイル42と二次コイル44とのトランス結合によって、二次電圧V2の概略の波形が、一次電圧V1の波形として間接的に観測されるのである（時間TINTを除く）。

【0017】容量放電に引き続いて所謂誘導放電が生じる。誘導放電は、既に容量放電によって二次回路が形成された状態で開始されるため、図5に示すように、容量放電に比して観測される一次電圧V1が低い値となる。誘導放電時間中は、蓄積された電磁エネルギーが徐々に減少していくため、観測される一次電圧V1も徐々に減少する。誘導放電の最終段階においては、観測される一次電圧V1が、短時間、再び増加する。これは、容量放電により形成され、誘導放電に受け継がれた二次回路の形成が、誘導放電のエネルギーの減少とともに不安定化し、誘導放電を継続させるためにより高い二次電圧V2が必要となるためである。誘導放電が終了すると、一次電圧V1および二次電圧V2は、共に電圧源電圧VSSに戻る。

【0018】制御装置24から判定装置38に制御信号CTRLJ1が供給されると、判定装置38は、一次電圧V1に基づく判定処理を行ない、制御装置24に結果を出力する。この判定処理の内容については後述する。

【0019】制御装置24から点火制御装置36および判定装置38に供給される制御信号CTRLCおよび制御信号CTRLJの第2のものは、碍子不良を検査する際に供給される制御信号CTRLC2および制御信号CTRLJ2である。制御装置24がこれらの制御信号CTRLC2および制御信号CTRLJ2を出力する際には、前もってモータ40が一定の回転速度で回転させられる。被検査エンジン48とモータ40とは、図6に示すように、共にベース52に搭載されている。被検査エンジン48のクランクシャフトとモータ40の回転シャフトとは、カップリング54および駆動シャフト56により連結されている。駆動シャフト56は、2個の軸受58によって回転のみが許容された状態で保持されている。これらモータ40、ベース52、カップリング54、駆動シャフト56等により、外部駆動装置が構成されているのである。モータ40が回転させられることによって、所謂モータリングが行なわれることとなる。本実施形態の碍子不良の検査は、モータリングに基づく検査の一種なのである。点火制御装置36は、制御信号CTRLC2を受信すると、被検査エンジン48から出力されるTDC信号を受信するごとに、そのTDC信号の発生時期と、モータ40によるクランクシャフトの回転速度と、検査の対象である点火プラグ10が組み付けられている気筒の位置に基づいて決定したタイミングで、矩形パルスMPLSを出力する。このタイミングは、シリンダ内の圧力がほぼ最大となるタイミングとされる。TDC信号は、被検査エンジン48に取り付けられた図示しないクランク角センサの出力であり、ここではクランク角が360度回転するごとに1回出力されるものとする。矩形パルスMPLSは、検査の対象である点火プラグ10が組み付けられている気筒のピストンが、上死点（TDC）近傍に位置し、かつ、吸気および排気バルブが共に閉じているタイミングで出力されるようになっている。

【0020】碍子不良の検査が、モータリングに基づいて実施される理由は、点火プラグ10の放電ギャップ部分近傍の空気圧を高めるためである。一般に、気体中ににおける2つの電極間での火花放電の開始のため（継続のためではない）のそれら2つの電極間の電位差（火花放電開始電圧VSと称する）は、周囲の気体の圧力の影響を受ける。このことは、パッシュエンの法則として知られている。周囲の気体が空気である場合のパッシュエンの法則は、図7に示すグラフで示される。図7の横軸は、空気の圧力pと、中心電極12および接地電極14の間の距離d、つまり放電ギャップの大きさを示す値との積p・dであり、縦軸は、火花放電開始電圧VSである。図

7に示す曲線は、火花放電開始電圧 $V_S$ が極小となる点 $P_{min}$ （所謂パッセンズミニマム）よりも $p \cdot d$ の値が大きい領域で火花放電開始電圧 $V_S$ と積 $p \cdot d$ とがほぼ比例することを示している。

【0021】空気の場合のパッセンズミニマムは、大気圧中においては、放電ギャップ $d \approx 8 \mu m$ 、火花放電開始電圧 $V_S \approx 325V$ で生じることが知られている。一般に、点火プラグの放電ギャップは、0.6mmないし1.1mm程度の大きさであり、また、検査時の空気の圧力は大気以上であるから、 $p \cdot d$ の値はパッセンズミニマムにおける値よりも充分大きい。したがって、パッセンズの法則は、つきの一次式で近似できる。

$$V_S = K \cdot p \cdot d + C \quad \dots \quad (1)$$

ここで、KおよびCは定数であり、図7から明らかなように空気の場合は共に正の値となる。点火プラグ10の種類が決まれば、放電ギャップの大きさ $d$ は本来一定であるから、火花放電が開始される火花放電開始電圧 $V_S$ は、本来は、空気の圧力 $p$ に比例すると考えられる。

【0022】(1)式に従えば、空気の圧力 $p$ が高くなるほど火花放電開始電圧 $V_S$ を大きくしないと、火花放電が開始されないことになる。点火プラグ10の放電ギャップ近傍の空気圧を高めれば、放電ギャップにおける火花放電の開始を抑制できるのである。このことを利用して、碍子不良が生じている場合には、碍子16のピンホールやクラックが生じている部分を経ての放電が、放電ギャップにおける火花放電よりも先に開始されるようになる。このような状況は、モータリングに限らず、例えば、圧縮空気をシリンダ内に導く方法等、他の方法によって生じさせてもよい。ただし、モータリングによって、被検査エンジン48に関する点火プラグ以外の構成要素の状態の検査が実施される場合には、そのモータリングに要する検査システムの構成要素（外部駆動装置等）を有效地に利用して、上記状況を容易に形成できることとなる。モータリングによる検査は、ファイヤリングによる検査に比して容易に実施可能であり、ファイヤリングが行われている場合に比してシリンダ内の圧力変動は激しくないので、精度のよい検査となることが多いため、点火プラグ以外の構成要素の状態の検査がモータリングによって実施されることが多い。その場合は、点火プラグの検査が、他の検査項目の検査と共に実施できることとなる。

【0023】なお、空気の圧力 $p$ の最大値は、碍子不良が生じていない場合には、放電ギャップにおいて火花放電が起こる程度の値となっている。碍子不良の検査において、点火プラグ10に碍子不良が生じていない場合は、一次電圧 $V_1$ は、図5（または、後述の図8）に示した波形に似た変化を示し、容量放電における一次電圧 $V_1$ の最大値は正常組付状態におけるそれよりも大きくなるが、誘導放電における一次電圧 $V_1$ の変化は正常組付状態とほぼ同じである。

【0024】制御装置24から判定装置38に制御信号CTRLJ2が供給されると、判定装置38は、一次電圧 $V_1$ に基づく判定処理を行ない、制御装置24に結果を出力する。この判定処理の内容については後述する。

【0025】図8ないし図10は、本実施形態の放電ギャップつぶれおよび碍子不良の検査方法の概略の説明のためのグラフである。図8は、正常組付状態における一次電圧 $V_1$ の波形（モータリングは行われていない）であり、図9および図10は、それぞれ、放電ギャップつぶれのみが生じている場合（モータリングは行われていない）および碍子不良のみが生じている場合（モータリングが行われている）の一次電圧 $V_1$ の波形である。本実施形態のプラグ不良検査方法は、これらの図に示す、時間パラメータ $T_n$ と電圧パラメータ $V_n$ に基づくものである。時間パラメータ $T_n$ は、時間TINTの直後に一次電圧 $V_1$ がしきい値 $VTH_1$ に等しくなる時間から、しきい値 $VTH_2$ を越え、再びしきい値 $VTH_2$ に等しくなる時間までの時間（電圧計測時間と称する）の長さを表すパラメータである。なお、しきい値 $VTH_1$ は、本実施形態においては、電圧源電圧 $VSS$ とされており、しきい値 $VTH_2$ は、電圧 $VSS$ よりもわずかに大きい値とされている。電圧パラメータ $V_n$ は、図8ないし図10においてハッチングで示した領域の面積 $A$ と、時間パラメータ $T_n$ とに基づいて次式によって算出されるものである。

$$V_n = A / T_n \quad \dots \quad (2)$$

つまり、電圧パラメータ $V_n$ は、電圧計測時間内における一次電圧 $V_1$ の平均値である。

【0026】図9に示すように、放電ギャップつぶれが生じている場合は、誘導放電における一次電圧 $V_1$ の値が正常組付状態に比して小さくなる。これは、放電ギャップが小さくなると、(1)式から明らかなように、火花放電開始電圧 $V_S$ が正常組付状態に比して小さくなり、火花放電が生じやすくなるためである。また、時間パラメータ $T_n$ は、正常組付状態に比して大きくなる。これは、時間TINT中に一次コイル42に蓄積された電磁エネルギーの量が同じであれば、誘導放電の電圧が低いと火花放電をそれだけ長く持続することになるためである。したがって、電圧計測時間中の一次電圧 $V_1$ の平均値である電圧パラメータ $V_n$ は、正常組付状態に比して小さくなる。

【0027】図10に示すように、碍子不良が生じている場合は、放電ギャップつぶれが生じている場合とは、逆の傾向を示す。つまり、誘導放電における一次電圧 $V_1$ の値が正常組付状態に比して大きくなり、時間パラメータ $T_n$ は、正常組付状態に比して小さくなる。したがって、電圧パラメータ $V_n$ は、正常組付状態に比して大きくなる。なお、重ねて付言すれば、図10に示した碍子不良が生じている場合の一次電圧 $V_1$ の波形は、シリンダ内の圧力がモータリングによって高められた状態で

取得されたものであり、図9に示した放電ギャップつぶれが生じている場合の波形とは、取得された状況が異なっている。

【0028】ここで、さらに、次式で表される形状パラメータ  $S_n = V_n / T_n \dots (3)$

形状パラメータ  $S_n$  は、図8ないし図10にハッチングで示した領域（面積A）の概略の形状の特徴を示すパラ

$$S_n \text{ (図9)} < S_n \text{ (図8)} < S_n$$

このことを利用すれば、形状パラメータ  $S_n$  の値が、正常組付状態（図8）よりも小さい場合（図9）は放電ギャップつぶれであると判定し、正常組付状態よりも大きい場合（図10）は碍子不良であると判定することができる。本実施形態は、このことに基づいてプラグ不良の検査を行なうものである。なお、形状パラメータ  $S_n$  の代わりに、電圧パラメータ  $V_n$  のみに基づいて検査を行うことができる。しかし、形状パラメータ  $S_n$  は、各点火プラグ不良が発生した場合において互いに逆の変化傾向を示す電圧パラメータ  $V_n$  と時間パラメータ  $T_n$  との比によって算出されるため、  $S_n$  が大きくなり、形状パラメータ  $S_n$  による検査の方が電圧パラメータ  $V_n$  のみに基づく検査より望ましい。

【0029】なお、モータリングが行われていない場合には、火花放電は放電ギャップにおいて発生する。これは、碍子不良が生じているとしても同様である。これは、放電ギャップの大きさが、碍子16のクラック等を経ての中心電極12とシェル18との間の距離よりも小さいためである。モータリングが行われていない場合には、碍子不良の有無に係わらず、放電ギャップにおいて火花放電が起こるのである。このことは、放電ギャップつぶれの検査により、碍子不良の有無とは無関係に正しい検査結果が得られることを意味する。

【0030】一方、モータリングが行われている場合には、放電が行なわれるタイミングにおいて、放電ギャップの周囲の空気圧が高められる。放電ギャップつぶれが生じていない場合には、放電ギャップにおける火花放電よりも、碍子16のクラック等を経ての中心電極12とシェル18との間における放電の方が先に起こるようになっている。しかし、放電ギャップの大きさが放電ギャップつぶれによって小さくなっている場合には、確実にそうなるとはかぎらない。したがって、本実施形態における碍子不良の検査は、放電ギャップつぶれの検査の結果、放電ギャップつぶれが生じていないと判定された点火プラグ10に対して行なわれるものとする。放電ギャップつぶれが生じている点火プラグ10は、碍子不良が生じているか否かにかかわらず交換される必要があり、碍子不良の検査は行う必要がない。交換された点火プラグ10に対しては、以上に説明した処理が繰り返して実行されることとなる。

【0031】図11は、図4に示した判定装置38の内

メータである。つまり、この領域を、幅が時間パラメータ  $T_n$ 、高さが電圧パラメータ  $V_n$  である長方形と見なし、この長方形の高さと幅との比の大きさを形状パラメータ  $S_n$  の値とするのである。この長方形は、図8ないし図10に想像線（一点鎖線）で示した、面積がAとなる長方形である。形状パラメータ  $S_n$  の値は、図8ないし図10に示した長方形に対しては、次式の関係にあることが視察により容易にわかる。

$$(図10) \dots (4)$$

部において実施される点火判定処理の内容の一例を示すフローチャートである。なお、本実施形態の判定装置38は、内部に図示しないプロセッシングユニット、ROM、RAM等を含んでおり、図11に示す点火判定処理のプログラムは、そのROMに格納され、RAMを活用しつつプロセッシングユニットによって実行される。なお、この点火判定処理プログラムを始めとする種々のプログラムは、磁気ディスク、磁気テープ等の取り出し可能な記憶媒体に記憶されており、検査に実行に当たって読み取装置により読み取られ、RAM等に格納されるようになることも可能である。

【0032】判定装置38は、点火制御装置36から、前述の矩形パルスMPLSを受信するごとに図11に示す点火判定処理を実行する。なお、上記RAMには、一次電圧  $V_1$  の波形データが、図示しない波形取得装置によって格納されるようにされている。また、この格納が行なわれる際に、後述するスムージングが行われてもよい。また、判定装置38は、矩形パルスMPLSを受信する直前に、制御装置24から、前述の制御信号CTR LJを与えるようにされている。点火判定処理は、判定装置38が、上述の制御信号CTR LJ 1を受信した場合と、制御信号CTR LJ 2を受信した場合は、後述するようにその内容を若干変更する必要があるので、その処理を開始するためのトリガとしての矩形パルスMPLSの受信タイミングよりも、その処理の内容を選択するための制御信号としての制御信号CTR LJの方が早期に受信される必要があるのである。

【0033】まず、ステップ100（単に、S100と表す。他のステップについても同様とする）においてカウンタ変数  $i$  が1に初期化される。つぎに、S102において、形状パラメータ  $S_n$  の値が、上記RAMに格納された一次電圧  $V_1$  の波形データに基づいて算出される。つぎに、S104において、形状パラメータ  $S_n$  の値に基づく判定が行なわれる。具体的には、判定装置38が制御信号CTR LJ 1を受信した場合、つまり、放電ギャップつぶれの検査が行なわれる場合は、次式の不等号で表される論理演算の結果（この結果は、変数  $J_1$  に格納される）がTRUEであるか否かが判定される。なお、この場合は、モータリングは行われていない。

$$J_1 \leftarrow (S_n - \delta) \leq S_n \dots (5)$$

なお、  $S_n$  は、多数の正常組付状態にある点火プラグ

10に関する形状パラメータ  $S_n$  の平均値である。また、 $\delta$ は、予め設定される正数であり、例えば、上記平均値  $S_{n0}$  が算出される過程で算出される標準偏差  $\sigma$  の3倍の値とすることができる。なお、(5)式の  $(S_{n0} - \delta)$  の値の代わりに、多数の正常組付状態における点火プラグ10に関する形状パラメータ  $S_n$  の最小値を用いてもよい。このようにして算出された変数  $J_1$  の値がTRUEである場合は、検査の対象である点火プラグ

$$J_1' \leftarrow (S_{n0} - \delta) \leq S_n \leq (S_{n0} + \delta) \quad \dots \quad (6)$$

【0034】一方、判定装置38が制御信号CTRLJ2を受信した場合、つまり、碍子不良の検査が行なわれる場合は、次式の不等号で表される論理演算の結果がTRUEであるか否かが判定される。なお、この場合は、モータリングが行われている。

$$J_2 \leftarrow S_n \leq (S_{n0} + \delta) \quad \dots \quad (7)$$

なお、(7)式の  $(S_{n0} + \delta)$  の値の代わりに、多数の正常組付状態における点火プラグ10に関する形状パラメータ  $S_n$  の最大値を用いてもよい。

【0035】変数  $J_1$  (変数  $J_1'$ ) または変数  $J_2$ に基づいて行なわれる  $S_{104}$  における判定結果がFALSEである場合は、それぞれ、放電ギャップつぶれまたは碍子不良が生じていると判定されることとなる。この場合は、 $S_{106}$ において変数  $RSLT$  に“NG”がセットされた後に、 $S_{108}$ において変数  $RSLT$  の値が制御装置24に出力される(図4参照)。一方、 $S_{104}$ の判定結果がTRUEである場合は、それぞれの検査項目が正常であると判定されることとなる。この場合には、 $S_{110}$ において、カウンタ変数  $i$  が、予め設定される設定回数  $N_1$  または設定回数  $N_2$  に等しいか否かが判定される。設定回数  $N_1$  は、放電ギャップつぶれが検査される場合の判定に用いられ、設定回数  $N_2$  は、碍子不良が検査される場合の判定に用いられる。 $S_{110}$ における判定結果がYESであれば、 $S_{112}$ において変数  $RSLT$  に“OK”がセットされ、続く  $S_{108}$  の処理が実行された後に点火判定処理が終了する。 $S_{110}$ の判定結果がNOである場合は、 $S_{114}$ においてカウンタ変数  $i$  がインクリメントされた後に  $S_{102}$ からの処理が繰り返される。

【0036】放電ギャップつぶれの検査において、検査対象の点火プラグ10が最終的に正常組付状態であると判定されるためには、 $S_{104}$ の判定結果が設定回数  $N_1$  だけ連続してTRUEとなる必要がある。放電ギャップが小さい場合においても、常に  $S_{104}$  の判定結果がFALSEとなるとは限らない。これは、火花放電が、常に放電ギャップが一番小さい部分で起こるとは限らないからである。しかし、火花放電を複数回繰り返して行わせた場合、 $S_{104}$  の判定結果が少なくとも1回はFALSEとなる繰回数がある。この繰回数は、予め実験的に求めることができる。この繰回数を設定回数  $N_1$  とすることによって、放電ギャップが小さいにも係

10の放電ギャップはつぶれていないと判定されることとなる。(5)式に基づいて放電ギャップ不良を検査することは、放電ギャップつぶれのみを検査対象とする事であるが、変数  $J_1$  の代わりに、次式によって算出される変数  $J_1'$  の値に基づいて検査が行なわれるようとしてもよい。この場合には、放電ギャップが正常組付状態に比して大きくなる場合も、放電ギャップ不良として検査されることになる。

$$J_1' \leftarrow (S_{n0} - \delta) \leq S_n \leq (S_{n0} + \delta) \quad \dots \quad (6)$$

わらず正常組付状態であると誤検査してしまうことを防いでいるのである。同様に、設定回数  $N_2$  は、碍子不良の検査において誤検査を防止するために導入される。この値も、実験的に求められる値である。以上の処理により、制御装置24は、変数  $RSLT$  の値(“OK”または“NG”)に基づいて検査の結果を知ることができる。

【0037】図12は、判定装置38の別の実施形態である回路の構成を示す回路ブロック図である。本実施形態の判定装置38は、上記実施形態の判定装置38において図11の処理を実行するプロセッシングユニット、ROM、RAM等の一部に相当する電気回路である。本実施形態の判定装置38は、前記電圧計測時間において“ON”となり、その他の時間において“OFF”となる計測許可信号ENを出力する計測許可信号出力装置70を備えている。計測許可信号出力装置70は、低域通過フィルタ72により高域成分が除去された一次電圧  $V_1$  (これを、一次電圧  $V_{1S}$  と表す) と、定電圧源74の出力電圧である第1しきい電圧  $VTH_1$  および第2しきい電圧  $VTH_2$  のそれぞれとの比較に基づいて、計測許可信号ENを出力する。

【0038】計測許可信号ENは、矩形パルスMPLSを受信した後、一次電圧  $V_{1S}$  が最初に第1しきい電圧  $VTH_1$  に等しくなった時点で“ON”とされ、その後、一次電圧  $V_{1S}$  が第2しきい電圧  $VTH_2$  を越えて、再び第2しきい電圧  $VTH_2$  に等しくなった時点で“OFF”とされる。このようにして出力される計測許可信号ENは、積分器80およびカウンタ84に供給される。積分器80は、計測許可信号ENが“ON”である時間中、一次電圧  $V_{1S}$  の値を積分する。また、カウンタ84は、計測許可信号ENが“ON”である時間中、クロック86が出力するクロックパルスの数を計数する。これら積分器80積分結果およびカウンタ84のカウント結果は、制御装置24からの制御信号CTRLJによってゼロクリアされる。以上のことによって、積分器80の出力値は、図8ないし図10に示したハッチングで示した領域の面積Aの値に相当し、カウンタ84の計数値は、時間パラメータ  $T_n$  の値に相当する。したがって、これらの値をそれぞれ面積Aおよび時間パラメータ  $T_n$  で表すこととする。

【0039】積分器80の出力である面積Aおよびカウ

ンタ84の出力である時間パラメータTnが除算器90に供給され、両者から電圧パラメータVn (=A/Tn) を算出する。除算器90の出力である電圧パラメータVnおよびカウンタ84の出力である時間パラメータTnは、さらに、除算器92に供給され、両者から形状パラメータSn (=Vn/Tn) が算出される。形状パラメータSnの値は、比較器96に供給される。比較器96は、形状パラメータSnと、定電圧源98の出力電圧である電圧VREFの値とを比較し、その結果を、判定出力Gとして出力する。なお、電圧VREFは、正常組付状態における複数の点火プラグ10に関して取得された形状パラメータSnの平均値に相当する電圧として予め設定される値であるが、形状パラメータSnの平均値は、正常組付状態の複数のエンジンを静止状態（シリンドラボア内大気圧状態）とモータリング状態（シリンドラボア内加圧状態）との両方でそれぞれ予め取得されてお

$$G1 \leftarrow (VREF - 3 \cdot \sigma) \leq Sn \quad \dots \quad (8)$$

$$G1' \leftarrow (VREF + 3 \cdot \sigma) \leq Sn \leq (VREF + 3 \cdot \sigma) \quad \dots \quad (9)$$

なお、(8)式および(9)式は、それぞれ前記(5)式および(6)式に相当するものである。制御信号CTRLJの内容が前記CTRLJ2である場合は、次式で表される判定出力G2が、判定出力Gとして出力される。

$$G2 \leftarrow Sn \leq (VREF + 3 \cdot \sigma) \quad \dots \quad (10)$$

(10)式は、前述の(7)式に相当するものである。判定出力Gの値は、TRUEまたはFALSEとなり、TRUEである場合は、点火プラグ10が、正常組付状態にあると判定される。

【0041】判定装置38は、以上に説明した計測許可信号EN、時間パラメータTn、電圧パラメータVn、形状パラメータSnおよび判定出力Gを、上記変数RS LTの値に相当するものとして出力できる。制御装置24は、判定出力Gの値に基づいて、検査の対象である点火プラグ10の状態を判定する。制御装置24が1回の火花放電ごとの判定出力Gを取得するタイミングは、計測許可信号ENが、“ON”から“OFF”に変化した直後とされる。ただし、この判定出力Gは、あくまでも1回の火花放電に基づいて行なわれる判定の結果である。前述の実施形態における処理（図11参照）と同様の結果を得るには、制御装置24において、前記設定回数N1または設定回数N2の判定出力GがすべてTRUEである場合にのみ、点火プラグ10が正常組付状態であると判定する必要がある。

【0042】つぎに、本発明さらに別の実施形態を説明する。本実施形態の点火プラグ検査方法は、一次電圧V1の高さのみに関する量を用いて、点火プラグの検査を行なう方法である。図13は、図8ないし図10に示した一次電圧V1の波形を重ねて示すグラフである。ただし、図13に示す一次電圧V1は、図12に示した低域通過フィルタ72と同様のハードウェアや、そのハード

り、定電圧源98は供給される制御信号CTRLJに応じて、いずれかの平均値を電圧VREFとして選択的に出力する。形状パラメータSnの平均値の取得に際しては、形状パラメータSnの標準偏差σも併せて取得され、比較器96は、制御信号CTRLJに基づいてエンジン静止状態とモータリング状態との各標準偏差を選択するとともに選択した標準偏差の3倍を考慮して、以下のように形状パラメータSnと電圧VREFの値との比較を行う。

【0040】比較器96は、形状パラメータSn、電圧VREFおよび制御信号CTRLJに基づいて、前記変数J1 (J1') または変数J2の値に相当する出力として、判定出力Gを出力する。制御信号CTRLJの内容が前記CTRLJ1である場合は、以下の式で表される判定出力G1または判定出力G1'が、判定出力Gとして出力される。

$$\dots \quad (8)$$

$$(VREF + 3 \cdot \sigma) \quad \dots \quad (9)$$

ウェアの処理と同等の内容を演算によって実現するソフトウェア処理等によって、スマージングされたものである。これを、前述の実施形態において用いた表示と同様に、一次電圧V1Sと表す。このようなスマージングが行われた波形によれば、以下に述べる一次電圧V1の波形に基づく処理が容易かつ正確になる。本実施形態の点火プラグ検査方法は、一次電圧V1Sがしきい値VTH1に等しくなる時点から、予め設定される変数offsetの値で表される時間の経過以降における一次電圧V1Sの高さに基づいて、点火プラグ10の検査を行なうものである。なお、本実施形態の点火プラグ検査方法には、前述の実施形態において用いられたしきい値VTH2は不要である。これは、前述の実施形態における時間パラメータTnの値が不要であるからである。

【0043】変数offsetには、火花放電が主として容量放電である時間の長さに相当する値が、予めセットされる。この値は、経験的に知ることができる。図13から明らかなように、主として誘導放電である時間中においては、一次電圧V1Sの変化の勾配は、比較的滑らかになる。しかも、時間が経過するほど、その勾配（負値）の大きさは、概して小さくなる。しかし、主として誘導放電である時間が終了する直前で、再び変化の勾配（負値）の大きさが大きくなる。本実施形態の点火プラグ検査方法は、一次電圧V1Sの変化の勾配（負値）の大きさが、概して小さくなり続いている時間中の一次電圧V1Sの高さの平均値（meanV1Sと表す）に基づいて点火プラグ10を検査するものである。図13からも明らかなように、この平均値meanV1Sの値の大きさは、放電ギャップつぶれ、正常組付状態、碍子不良の順に大きくなる。

【0044】図14は、図11に示した点火判定処理に代わる処理であり、上記平均値meanV1Sに基づい

て点火プラグの検査を行なう処理のフローチャートである。したがって、本実施形態の判定装置38は、図11に示した処理を行なう前述の実施形態と同じ装置が使用される。まず、S200において、変数iがゼロクリアされる。つぎに、S202において、サブルーチンであるmeanV1S算出処理がコールされる。なお、me

$$J3 \leftarrow (meanV1S0 - \delta) \leq meanV1S \leq (meanV1S0 + \delta) \quad \dots (11)$$

ここで、meanV1S0は、多数の正常組付状態にある点火プラグに関する平均値meanV1Sの平均値であり、変数 $\delta$ は、その平均値meanV1S0の計算過程で算出される標準偏差 $\sigma$ の3倍の値である。なお、本実施形態においては、放電ギャップつぶれおよび碍子不良の検査が、共に(11)式に基づいて行なわれる。変数J3の値がFALSEとなる状態が、放電ギャップつぶれまたは碍子不良が生じていると判定される状態となる。ただし、前述の実施形態と同様に、放電ギャップつぶれの検査が行なわれる際には、モータ40は停止させられ、碍子不良の検査が行なわれる際には、モータ40が一定速度で回転させられる。

【0045】S204の判定結果がFALSEであれば、S206、S208において、図11に示したS106、108と同様の処理が実行された後に、点火判定処理が終了する。S204の判定結果がTRUEであった場合は、S210において、変数iの値が、前述の実施形態と同様に設定回数N1またはN2に等しいか否かが判定され、結果がYESであれば、図11に示したS112以降と同様の処理が、S212、S208において実行された後に、点火判定処理が終了する。S210

$$\Delta V1S1 \leftarrow V1S[j + step] - V1S[j] \quad \dots (12)$$

$$\Delta V1S2 \leftarrow V1S[j + 2 * step] - V1S[j + step] \quad \dots (13)$$

変数 $\Delta V1S1$ の値は、変数jで示される時点における一次電圧V1Sの変化の勾配に相当する値である。また、変数 $\Delta V1S2$ の値は、変数 $\Delta V1S1$ が算出される時点から、さらに変数stepの値で示される時間が経過した後の、一次電圧V1Sの変化勾配に相当する値である。

【0047】つぎに、S308において、変数 $\Delta V1S1$ の値が、変数 $\Delta V1S2$ の値に、変数 $\alpha$ の値をえた値以下であるか否かが判定される。判定結果がYESであれば、S310において変数jの値に、変数stepの値が加算された後に、S302からの処理が繰り返される。S308の判定結果がNOであれば、一次電圧V1Sの変化勾配(負値)が大きくなっている状態(変化勾配の大きさは小さくなっている状態)であると判定され、S302からの処理が繰り返される。一方、S310の判定結果がNOであれば、一次電圧V1Sの変化勾配(負値)が再び小さくなり始めた(変化勾配の大きさは大きくなり始めた)、つまり、誘導放電の期間が終了

meanV1S算出処理の内容については、後述する(図15参照)。続いて、S204において、S202で算出された平均値meanV1Sに基づいて次式で算出される値(変数J3にセットされる)が、TRUEであるかFALSEであるかが判定される。

$$J3 \leftarrow (meanV1S0 - \delta) \leq meanV1S \leq (meanV1S0 + \delta)$$

の判定結果がNOである場合は、S214において、変数iの値がインクリメントされた後に、S202からの処理が繰り返される。

【0046】図15は、図14のS202においてコールされるサブルーチンであるmeanV1S算出処理の内容を示すフローチャートである。まず、S300において、変数jに、上記変数offfsetの値がセットされるとともに、変数 $\Sigma V1S$ および変数nがゼロクリアされる。つぎに、S302において、変数 $\Sigma V1S$ の値に、一次電圧V1S[j]の値が加算された後に、S304で、変数nの値がインクリメントされる。なお、一次電圧V1S[j]の値は、一次電圧V1Sが、図13に示したしきい値VTH1に等しくなった時点をj=0として、その時点以後、一次電圧V1Sが再び定電圧源電圧VSSに定常的に等しくなる時点までの値が、予め判定装置38に含まれる図示しないRAMに、配列データとして格納されるものとする(格納されるデータ数を、NUMとする)。続いて、S306において、変数 $\Delta V1S1$ および変数 $\Delta V1S2$ に、以下の式で算出される値がセットされる。

$$meanV1S \leftarrow \Sigma V1S / n \quad \dots (14)$$

すると判定して、S312において、平均値meanV1Sの値が、次式に基づいて算出された後に、meanV1S算出処理が終了する。

$$meanV1S \leftarrow \Sigma V1S / n \quad \dots (14)$$

このように、本実施形態の点火プラグ検査方法は、前述の実施形態における時間パラメータTnに相当する量を参照する必要がない検査方法なのである。なお、上記変数 $\alpha$ の値は予め設定される0以上の値であって、この値を大きくすることによって、誘導放電の終了時期の判定精度は悪化するが、ノイズの混入による誤判定を抑制することができる。

【0048】以上に説明した各実施形態において、一次電圧V1、一次電圧V1S、面積A、電圧パラメータVn、形状パラメータSn、二次電圧V2、変数 $\Delta V1S1$ 、変数 $\Delta V1S2$ 、変数 $\Sigma V1S$ 等の各値は、電圧関連量として検出されるものである。

【0049】以上、本発明のいくつかの実施形態を例示したが、これらは文字通りの例示であり、本発明は特許

請求の範囲を逸脱することなく種々の変形、改良を施した態様で実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】放電ギャップ不良および碍子損傷が共に生じていない場合の点火プラグの状態を示す図面である。

【図2】放電ギャップ不良が生じている場合の点火プラグの状態を示す図面である。

【図3】碍子損傷が生じている場合の点火プラグの状態を示す図面である。

【図4】本発明の一実施形態である点火プラグ検査方法の実施に使用される検査システムの概略の構成を示す概略構成図である。

【図5】上記検査システムによって取得された一次電圧の波形における、容量放電と誘導放電の関係を示すグラフである。

【図6】上記検査システムの全体を概略的に示す正面図である。

【図7】平行電極間のギャップの大きさ、周囲の空気の圧力および火花放電が開始される電極電位差の一般的な関係を示すグラフである（パッシエンの法則）。

【図8】上記検査システムにより取得された、正常組付状態における一次電圧の波形を示すグラフである。

【図9】上記検査システムにより取得された、放電ギャップつぶれが生じている場合における一次電圧の波形を示すグラフである。

【図10】上記検査システムにより取得された、碍子不良が生じている場合における一次電圧の波形を示すグラフである。

【図11】上記検査システムの判定装置に含まれるプロ

セッシングユニットによって実行される点火判定処理の内容の一例を示すフローチャートである。

【図12】上記検査システムの判定装置の、図11に示した処理を実行するための実施形態とは別の実施形態を示す回路図である。

【図13】上記検査システムにより取得された、正常組付状態、放電ギャップつぶれおよび碍子不良が生じている場合の波形を重ねて示すグラフである。

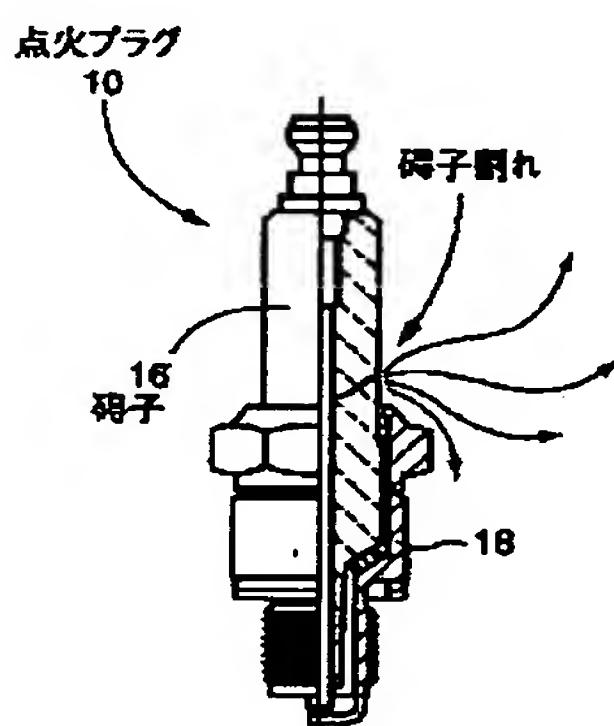
【図14】上記検査システムの判定装置に含まれるプロセッシングユニットによって実行される点火判定処理の、図11に示す処理とは別の実施形態を示すフローチャートである。

【図15】図14に示した点火判定処理のS202においてコールされるサブルーチンであるmeanV1S算出処理の内容を示すフローチャートである。

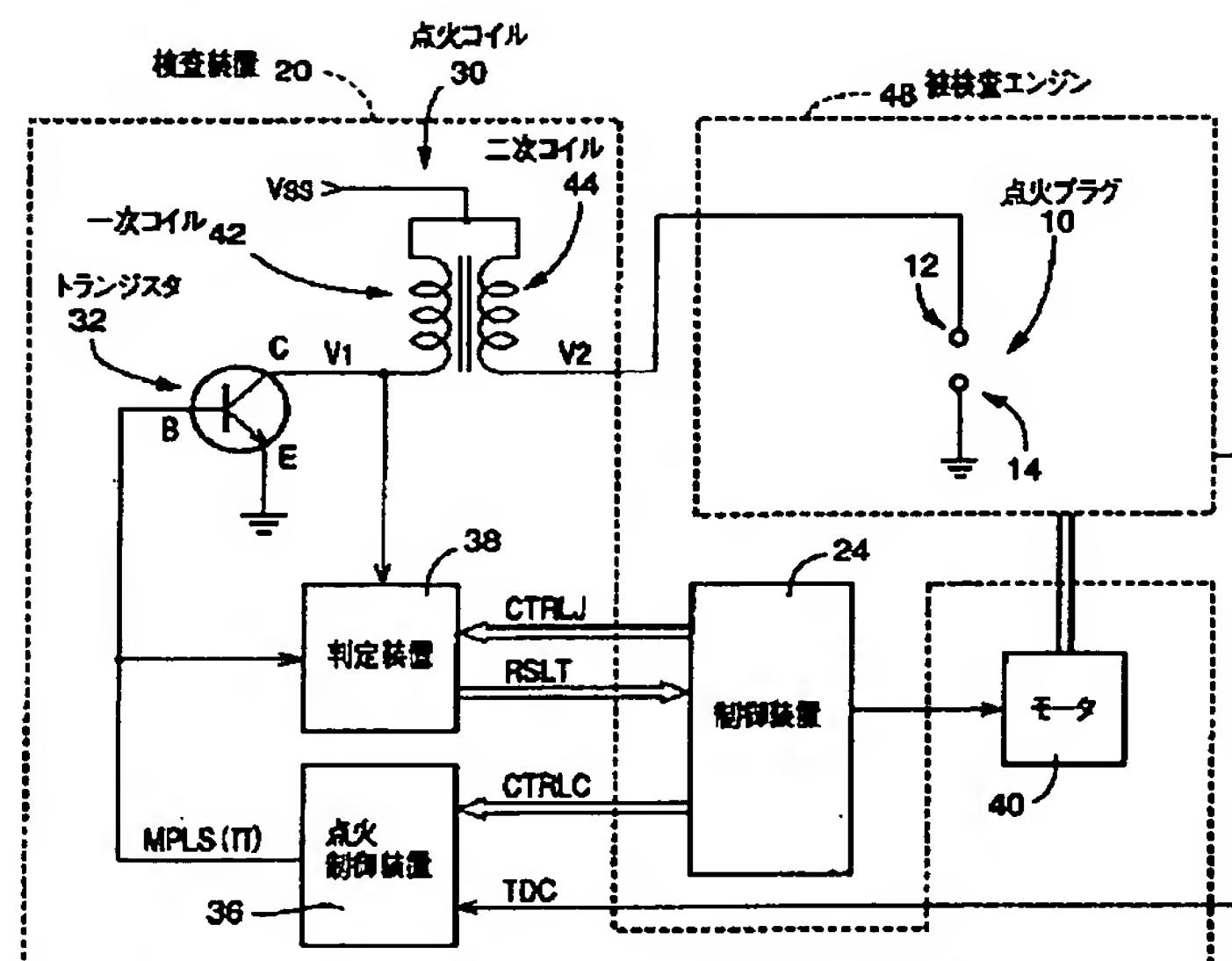
【符号の説明】

10 : 点火プラグ	12 : 中心電極	14 : 接地電極
16 : 碾子	18 : シェル	20 : 検査装置
24 : 制御装置	30 : 点火コイル	32 : トランジスタ
36 : 点火制御装置	38 : 判定装置	40 : モータ
42 : 一次コイル	44 : 二次コイル	48 : 被検査エンジン
52 : ベース	54 : カップリング	70 : 計測許可信号出力装置
98 : 定電圧源	80 : 積分器	72 : 低域通過フィルタ
86 : クロック	90, 92 : 除算器	74, 84 : カウンタ
		96 : 比較器

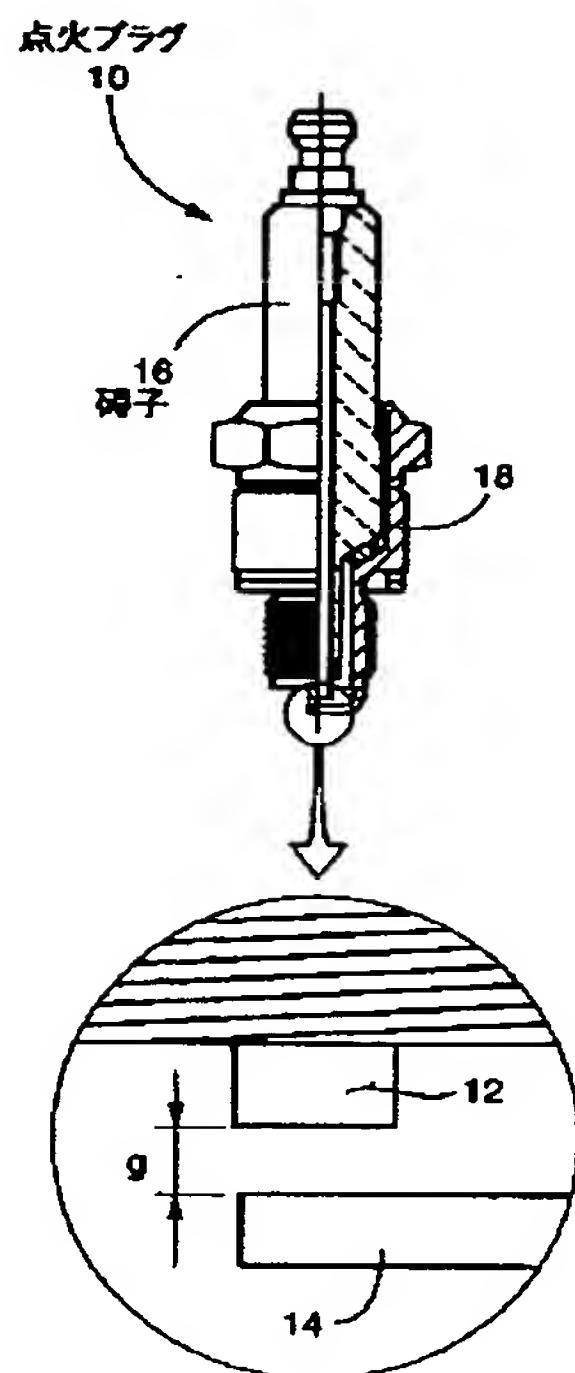
【図3】



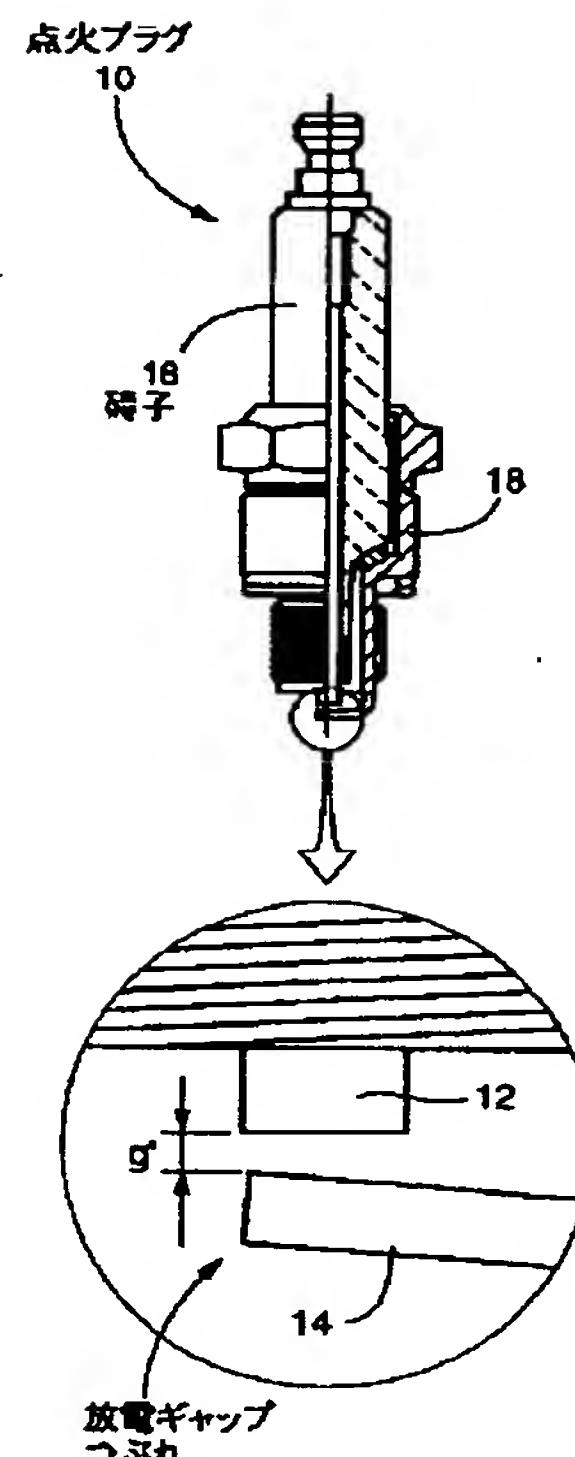
【図4】



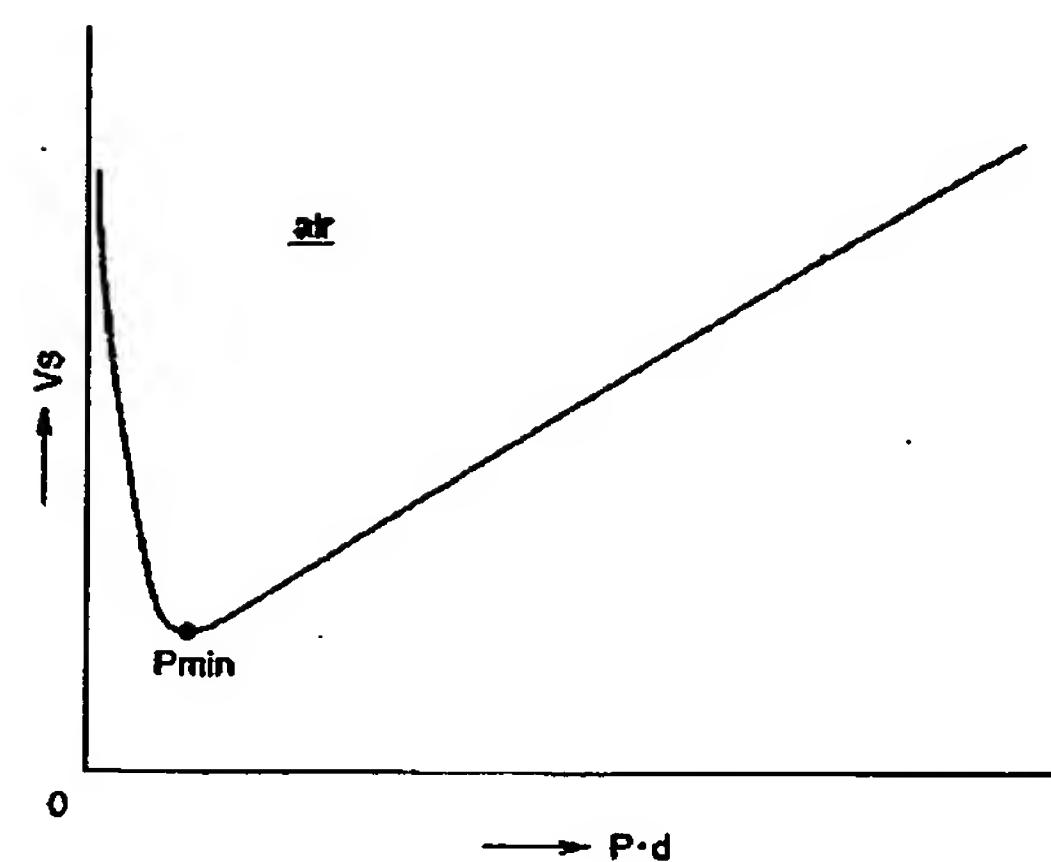
【図1】



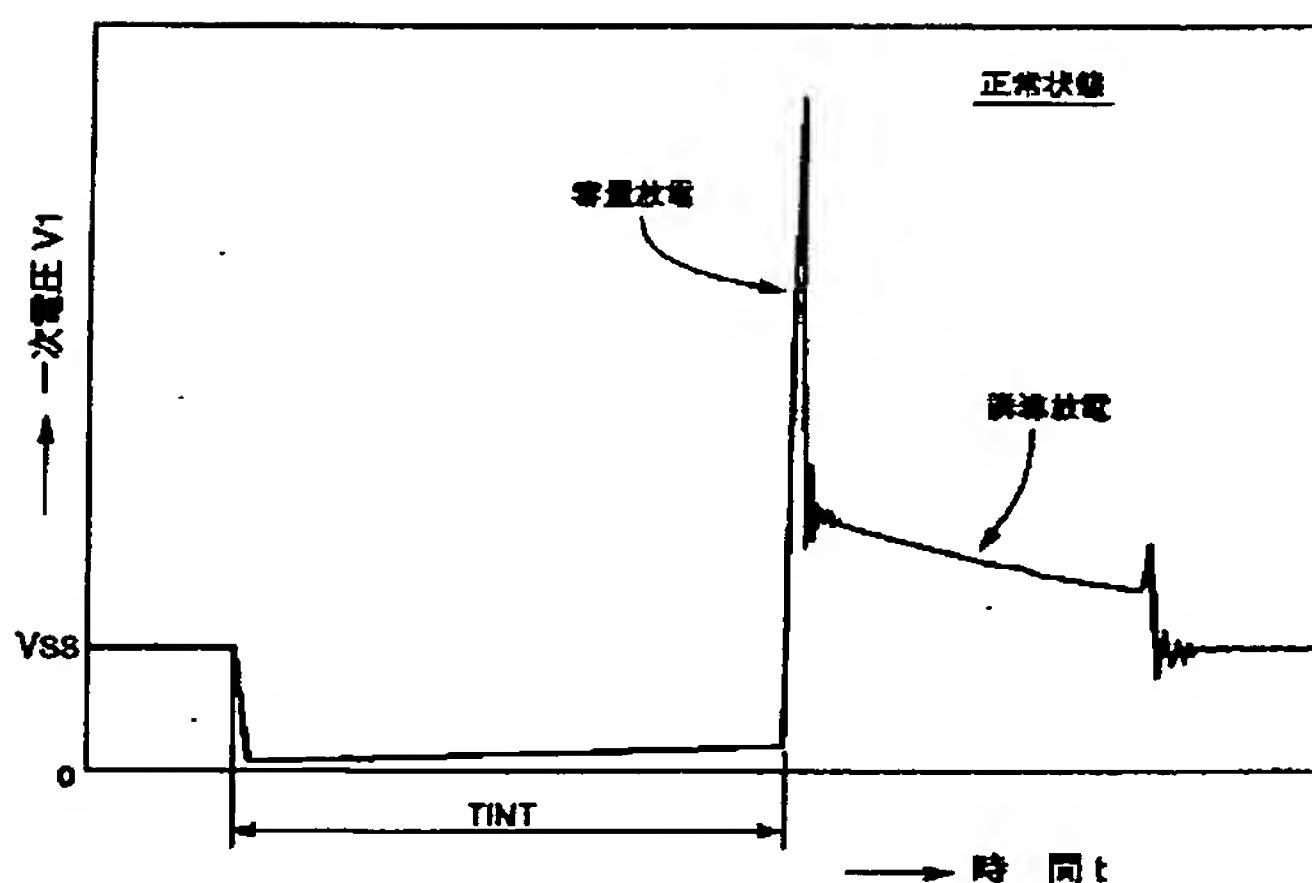
【図2】



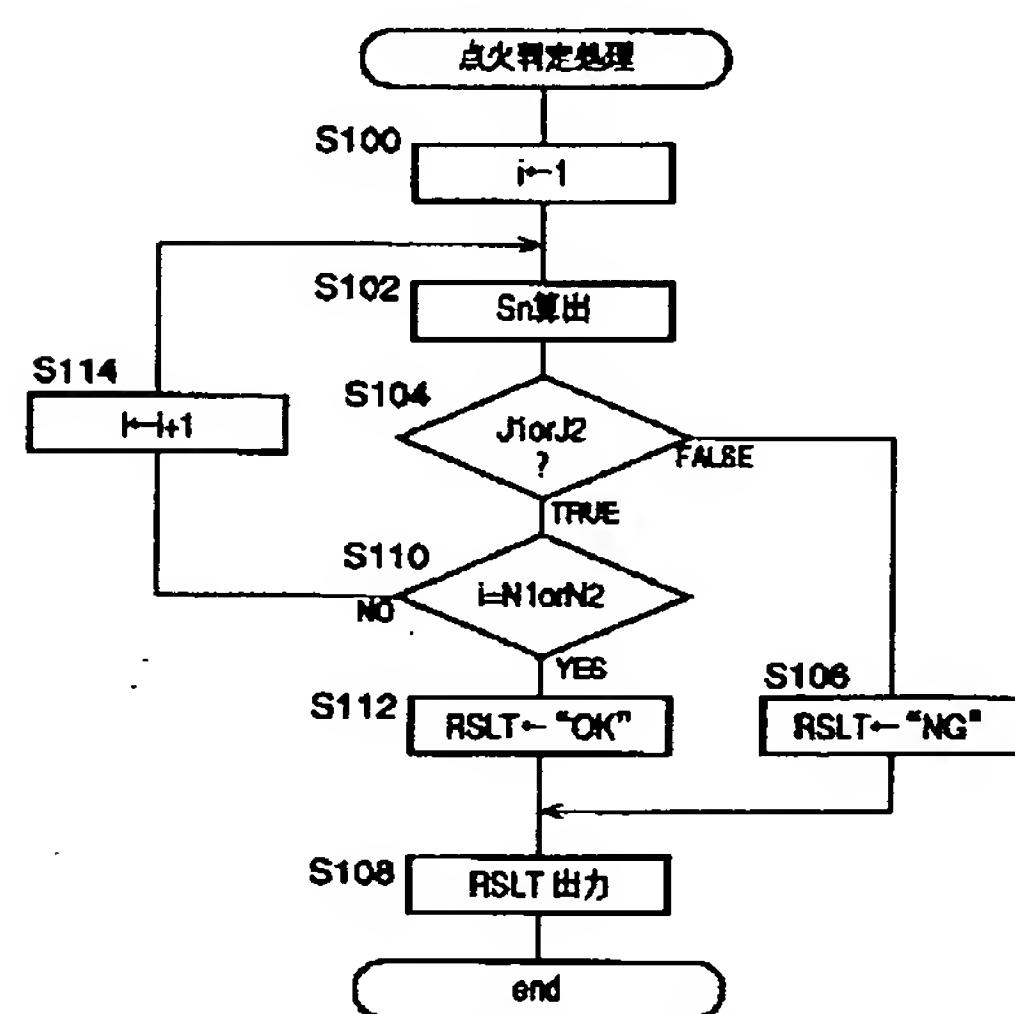
【図7】



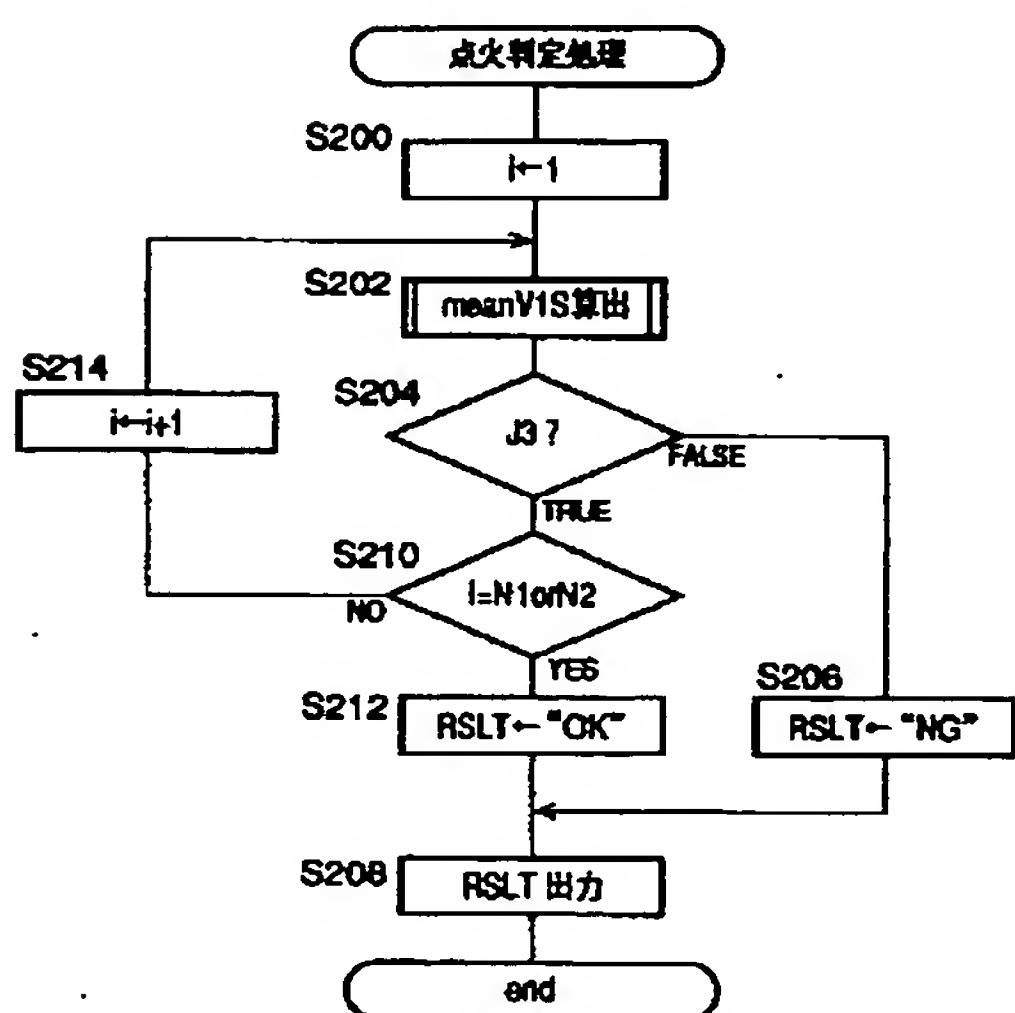
【図5】



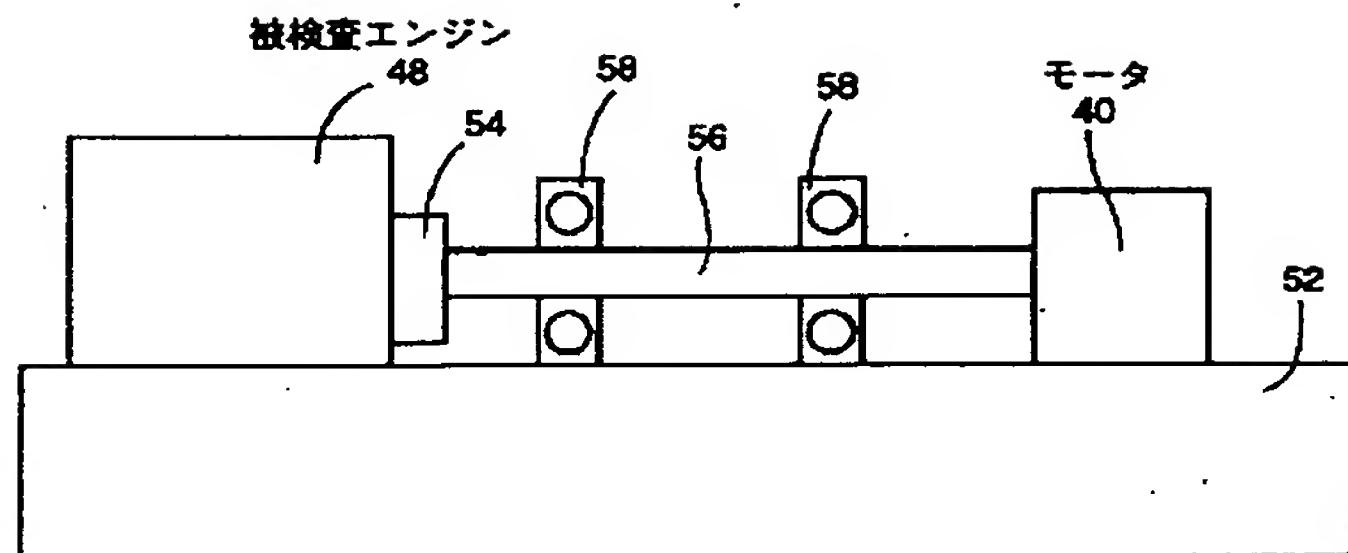
【図11】



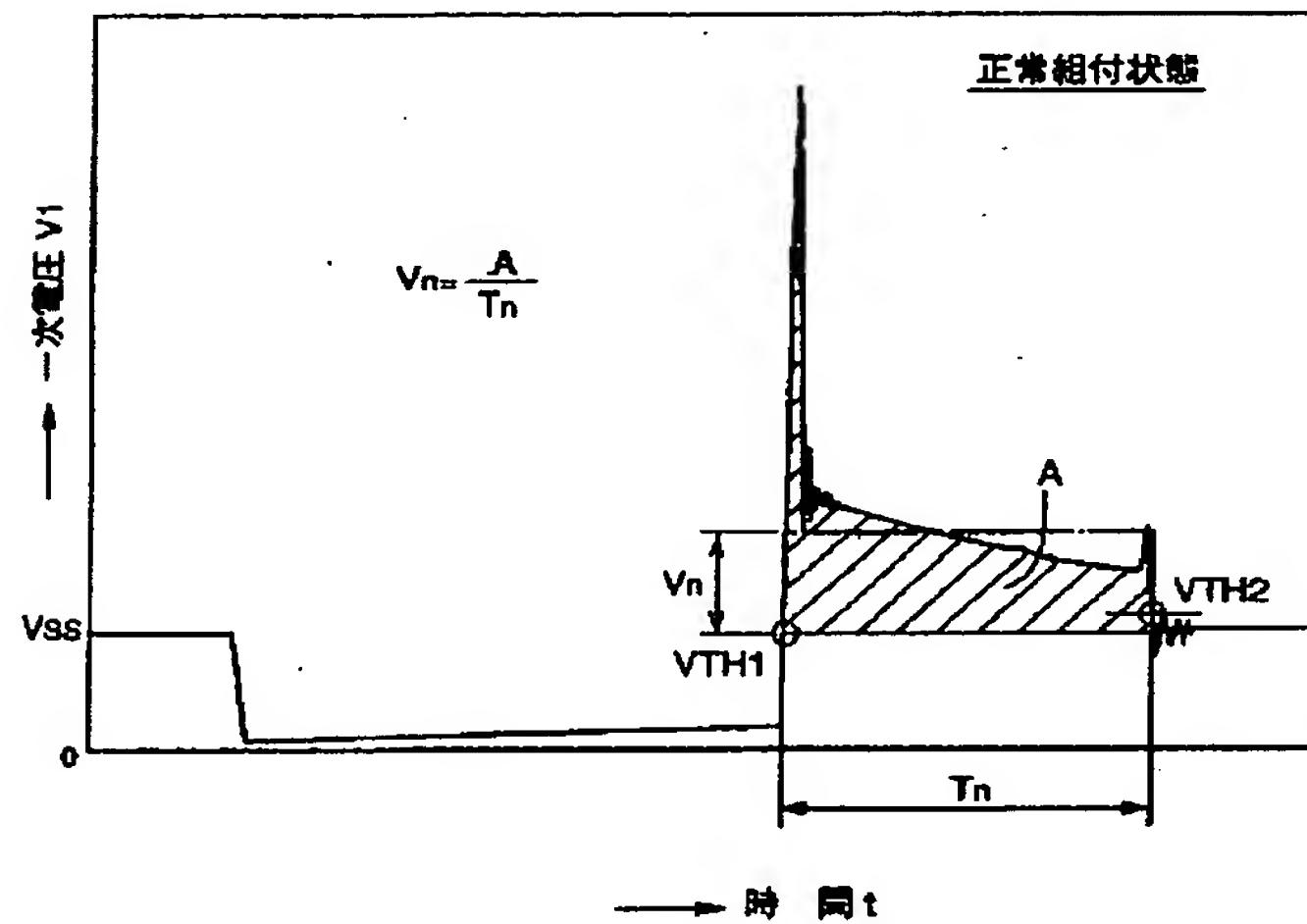
【図14】



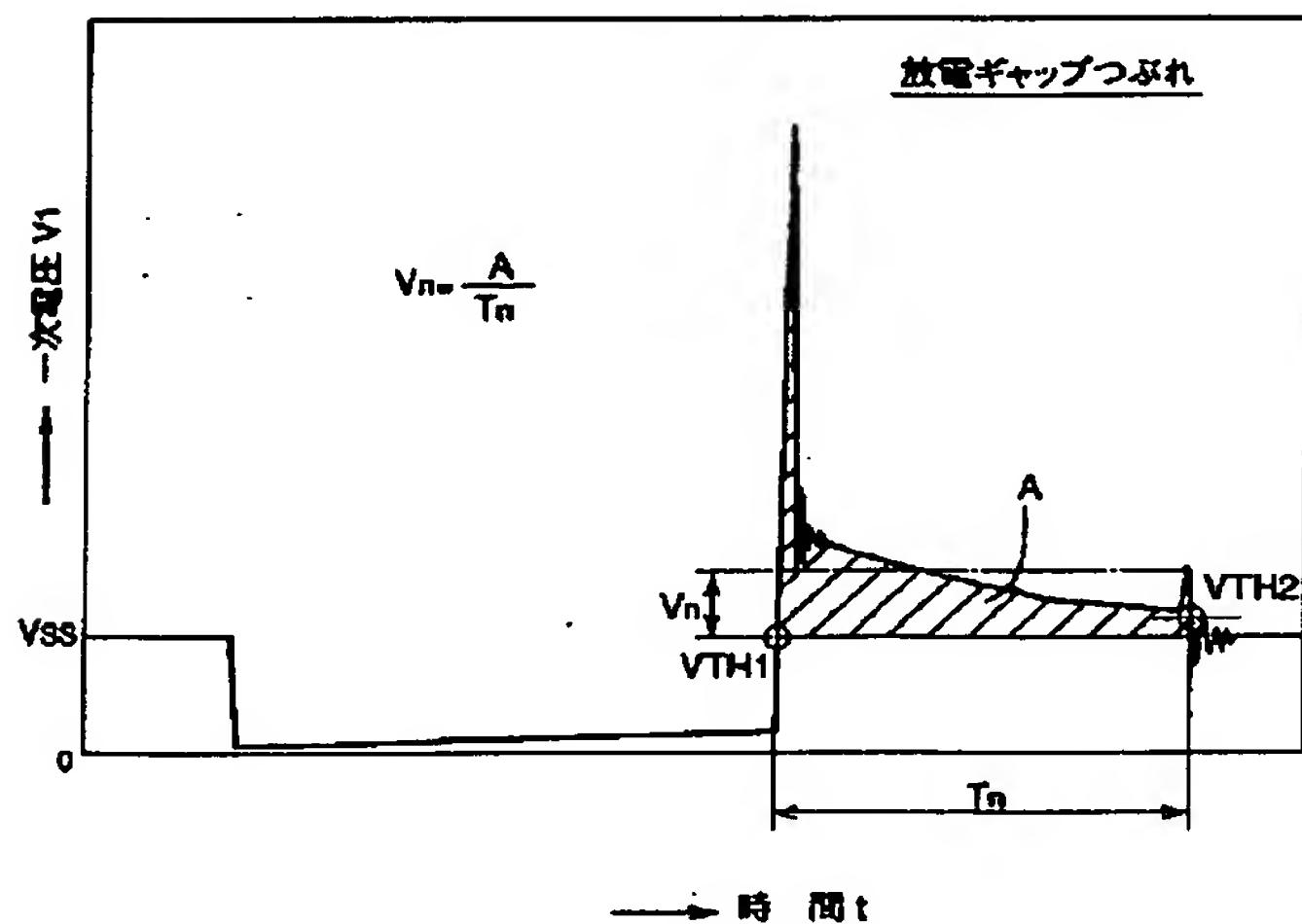
【図6】



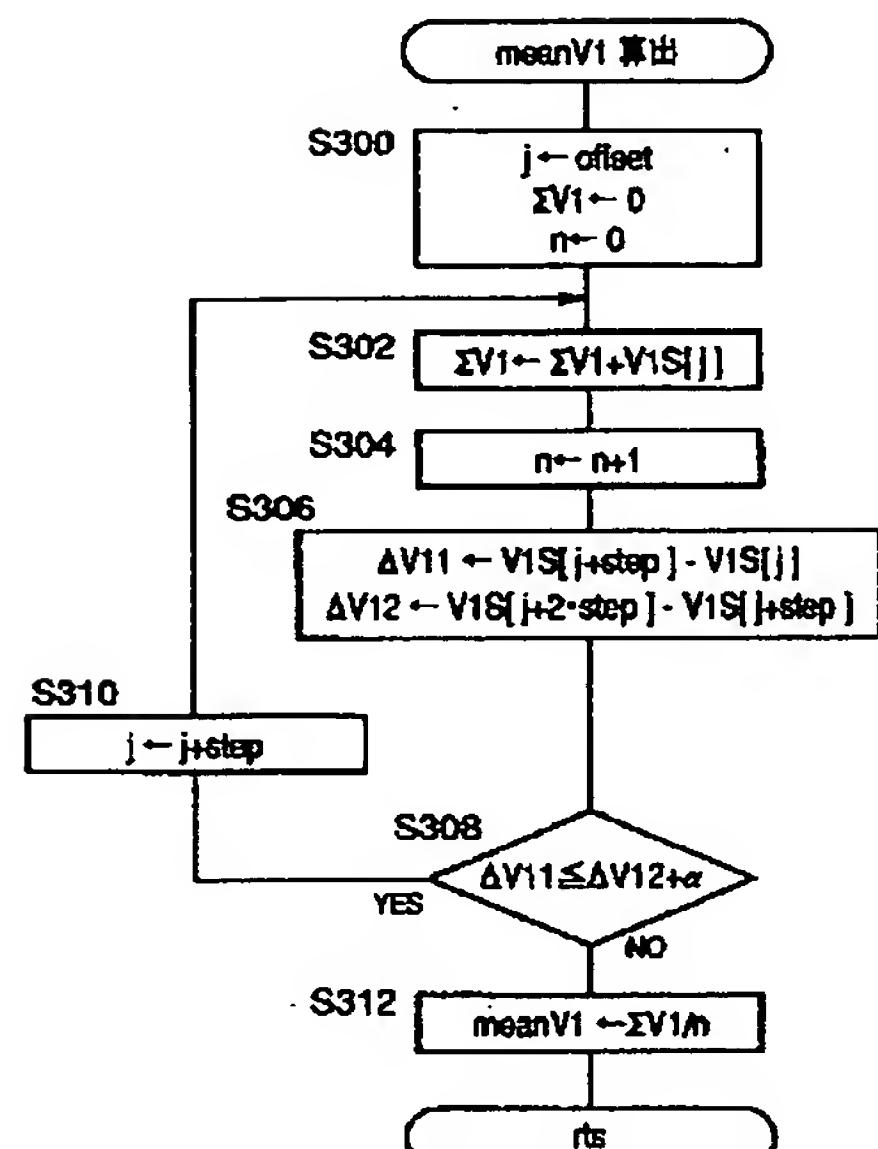
【図8】



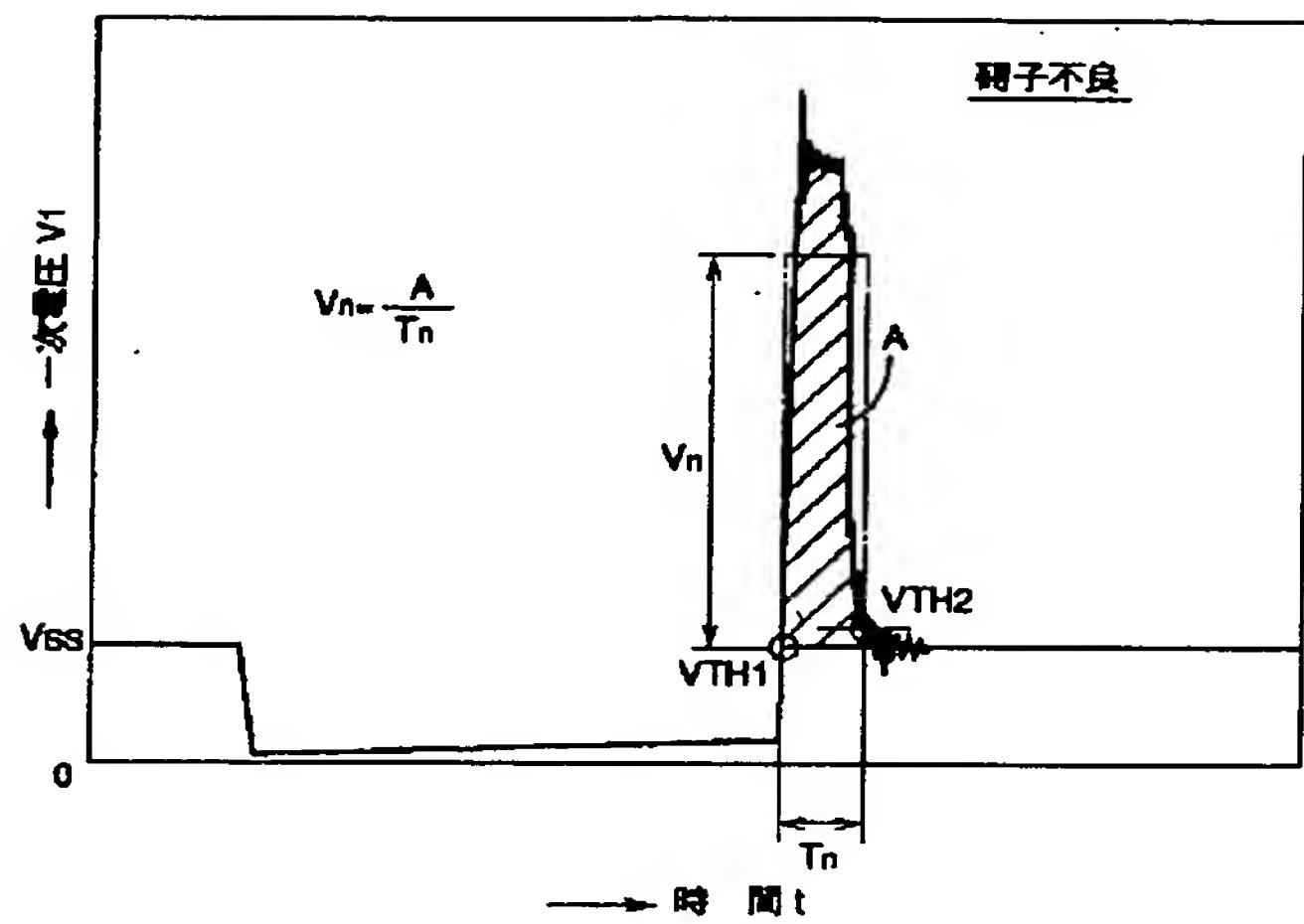
【図9】



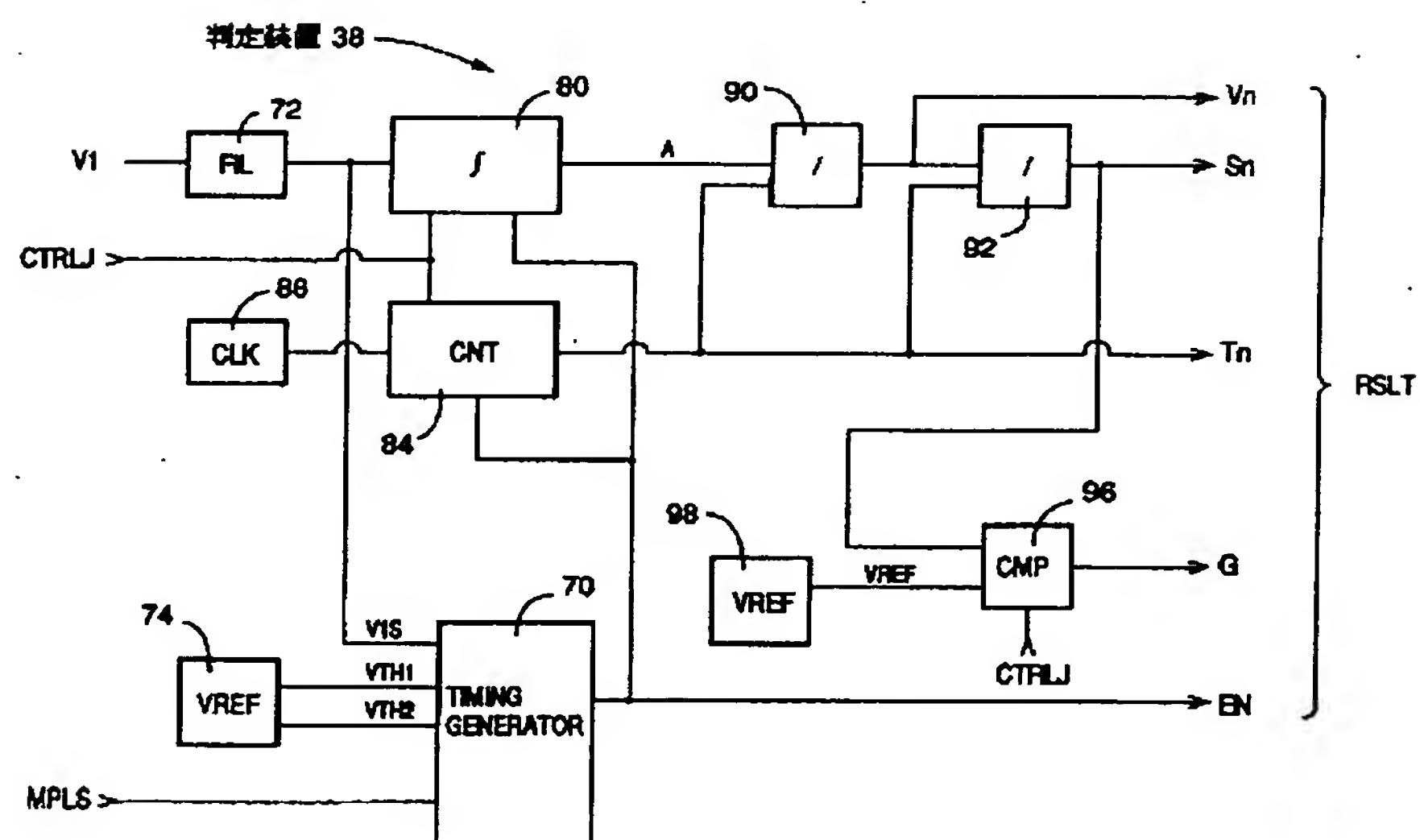
【図15】



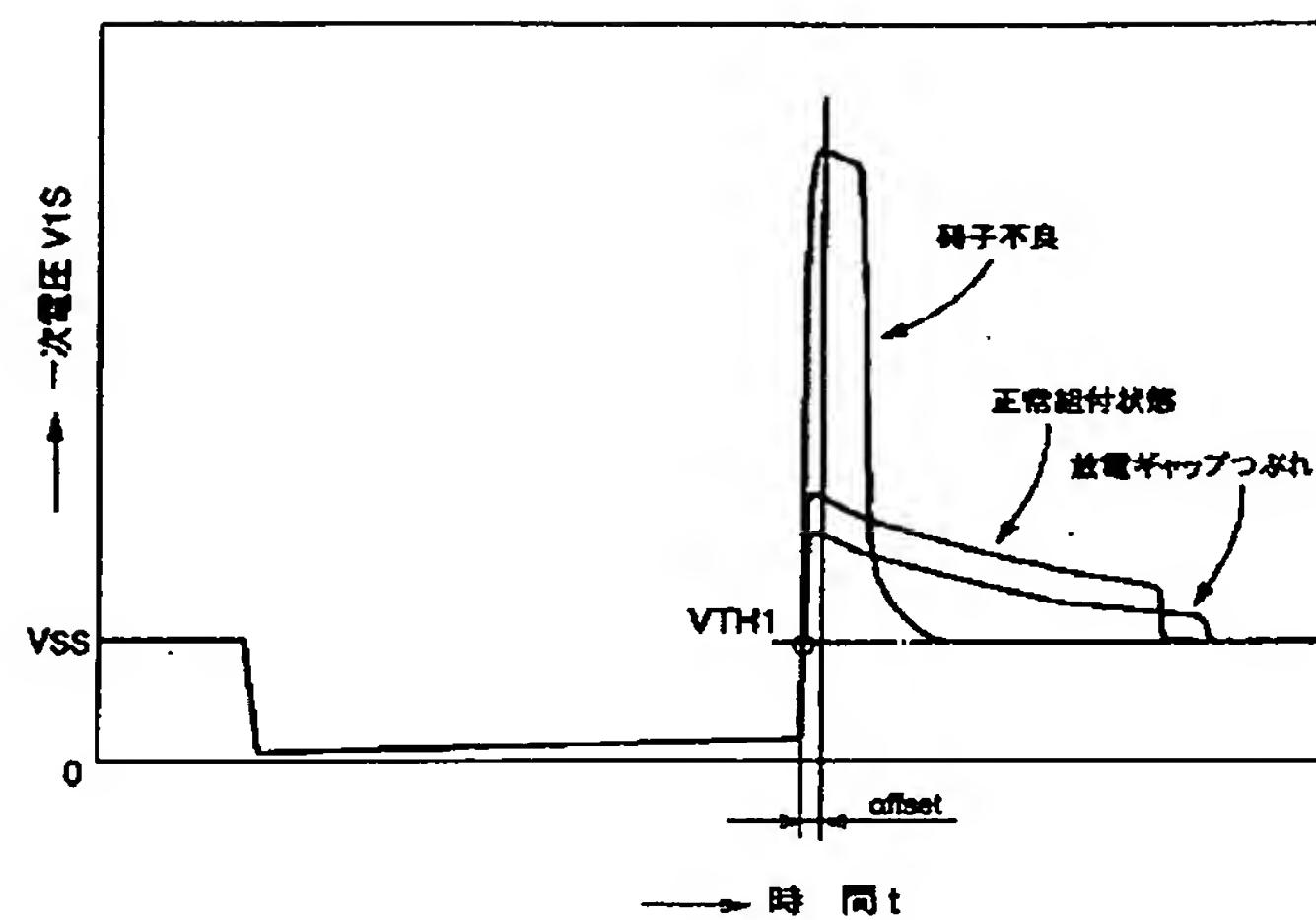
【図10】



【図12】



【図13】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] The ignition plug inspection approach characterized by impressing sufficient electrical potential difference for making it discharge to an ignition plug, detecting the amount of electrical-potential-difference relation relevant to the electrical potential difference, and judging the condition of an ignition plug based on the detection result, without supplying a fuel to the engine where an ignition plug is attached to an engine.

[Claim 2] The ignition plug inspection approach characterized by impressing sufficient electrical potential difference for making it discharge, detecting one [ at least ] height of the primary voltage in that case, and secondary voltage, and judging the condition of an ignition plug based on the detection result at least with the discharge voltage impression equipment which makes the ignition plug generate high-pressure secondary voltage from the primary voltage based on primary voltage where an ignition plug is attached to an engine.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

#### [0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the approach of inspecting, where an ignition plug is especially attached to an engine about the inspection approach of an ignition plug of detecting a poor condition, such as a poor discharging gap of an ignition plug, and a poor insulator.

#### [0002]

[Description of the Prior Art] Since it is easy to generate on the occasion of attachment by the engine, as for the poor condition of an ignition plug, it is desirable to carry out, after attaching an ignition plug to an engine. The method of detecting the discharging gap of an ignition plug in the condition of having attached to the engine is indicated by JP,50-74034,A. This approach detects the discharging gap of an ignition plug based on the duration of the inductive discharge section which detects and is contained in the detected secondary voltage with the detection probe of dedication of the secondary voltage of an ignition coil, rotating an engine by itself by combustion of a fuel.

#### [0003]

[Object of the Invention, a technical-problem solution means, an operation, and effectiveness] If this discharging gap detection approach is used, an ignition plug can be inspected in the condition of having attached to the engine. However, since this approach is the so-called firing inspection and is what inspects a discharging gap only based on discharge duration, it is hard to be called sufficient thing. a pressure [ in / in the discharge in an ignition plug / the discharging gap circumference ], and gaseous mixture — although influenced of concentration — a gas flow intense in a cylinder in the state of firing — existing — the pressure of the discharging gap circumference, and gaseous mixture — since fluctuation of concentration is large — the detection precision of a discharging gap — enough — \*\*\* — it cannot say. moreover, the demand cannot be filled although \*\* of a discharging gap and the unsuitable thing for which it does not come to see but inspection of an ignition plug can be conducted about a poor condition, such as a poor insulator, are desirable. This invention is made considering acquiring the inspection approach better than the ignition plug inspection approach of having used the discharging gap detection approach of a publication for above-mentioned JP,50-74034,A as a technical problem.

[0004] And the inspection approach of the ignition plug concerning this invention is in the condition which attached the ignition plug to the engine, without supplying a fuel to the engine, it impresses sufficient electrical potential difference for making it discharge to an ignition plug, detects the amount of electrical-potential-difference relation relevant to the electrical potential difference, and is characterized by judging the condition of an ignition plug based on the detection result.

[0005] This inspection approach contains the mode which maintains the pressure in a cylinder at atmospheric pressure mostly, and performs it, and the mode performed by raising from atmospheric pressure. Moreover, the mode performed in the condition of having made the engine standing it still, and the mode performed carrying out the rotation drive of the engine with an outdrive unit are included. It is carried out in order that the rotation drive by the outdrive unit may put an engine on the condition near a firing condition, without being accompanied by combustion of a fuel, and it also enables it to, use the own ignition system of an engine as some test equipment, of course if needed to heighten the pressure in a cylinder. However, if it is only heightening the pressure in a cylinder, while blockading at least one side of a suction port and an exhaust air port and intercepting from atmospheric air, for example, it is possible also by supplying pressurization gases, such as pressurization air, to the blockaded port from an outer pressure power unit.

[0006] the above — since in any case it is carried out without supplying a fuel to an engine — gaseous mixture — the effect of concentration is eliminated. Since it becomes small rather than a gas flow in a cylinder can set in the firing condition even when a rotation drive is carried out with an outdrive unit, of course when moreover carried out by maintaining an engine at a quiescent state, and carried out, the pressure fluctuation of the discharging gap circumference of an ignition plug becomes small. Therefore, the detection precision of a discharging gap improves and the dependability of ignition plug inspection improves. In the mode by which at least one side of primary voltage and secondary voltage and said discharge duration of the discharge voltage impression equipment made to generate high-pressure secondary voltage from the primary voltage especially based on primary voltage are detected as an amount of electrical-potential-difference relation, since there is much information acquired, the dependability of inspection improves further. moreover, the voice by which discharge duration is not detected although at least one side of primary voltage and secondary voltage is detected — it also sets like, and by detection of the average of an electrical potential difference, change inclination, a change wave, etc., it is more possible than the case where it is

based only on discharge duration to acquire much information, and the dependability of inspection improves also in this case.

[0007] The another ignition plug inspection approach concerning this invention is in the condition which attached the ignition plug to the engine, and is characterized by to impress sufficient electrical potential difference for making it discharge, to detect one [ at least ] height of the primary voltage in that case, and secondary voltage, and to judge the condition of an ignition plug based on the detection result at least with the discharge-voltage impression equipment which makes the ignition plug generate high-pressure secondary voltage from the primary voltage based on primary voltage. According to this inspection approach, it is more possible than the case where it is based only on discharge duration as well as the case where at least one side of said primary voltage and secondary voltage is detected to acquire much information, and the effectiveness that the dependability of inspection improves is acquired. In addition, this invention does not eliminate inspecting an ignition plug in an engine firing condition, or performing detection of discharge duration.

[0008]

[Supplementary information of invention] Besides a mode given in each above-mentioned claim, the following mode can carry out this invention. The mode of operation is indicated as an embodiment term of the same format as a claim for convenience. However, the embodiment term which is further subordinate to the embodiment term subordinate to two or more claims or embodiment terms shall not restrict that it can read about all the claims of these plurality, or embodiment terms, but shall be read only about the term which does not produce conflict logically.

- (1) The ignition plug inspection approach according to claim 1 or 2 characterized by performing impression of said electrical potential difference, rotating said engine with an outdrive unit.
- (2) The ignition plug inspection approach of any one publication of claims 1 and 2 and the embodiment term 1 characterized by performing impression of said electrical potential difference where said engine is stopped. The embodiment subordinate to the embodiment term 1 carries out both rotation condition inspection processes performed rotating the quiescent-state inspection process and engine which inspect an ignition plug in the condition of having made the engine standing it still. The information which will be acquired if both are carried out becomes abundance, and the item which can be inspected increases, or the dependability of inspection improves.
- (3) Claims 1 and 2 characterized by maintaining the pressure in the cylinder of said engine at atmospheric pressure, and performing impression of said electrical potential difference, the embodiment term 1, the ignition plug inspection approach of any one publication of two. Although it is the inspection approach performed by a subject stopping an engine, it is also possible to carry out carrying out the rotation drive of the engine with an outdrive unit. What is necessary is for a certain means to maintain at least one side of an intake valve and an exhaust air bulb at an open condition, and just to rotate an engine. It enables it to use the ignition system of an engine own [ for example, ] as some test equipment. Moreover, it also becomes possible to detect the abnormalities of the ignition system, eliminating the effect of pressure fluctuation.
- (4) Claims 1 and 2 characterized by performing impression of said electrical potential difference where the pressure in the cylinder of said engine is heightened from atmospheric pressure, the embodiment term 1, or the ignition plug inspection approach of any one publication of three. The embodiment subordinate to the embodiment term 3 is a mode which performs impression of an electrical potential difference in both the condition of having raised from the condition of having maintained the pressure in a cylinder at atmospheric pressure, and atmospheric pressure, the information which is acquired according to this mode becomes abundance, and the item which can be inspected increases, or its dependability of inspection improves. For example, both a poor discharging gap and a poor insulator are easily detectable.
- (5) The ignition plug inspection approach given in the embodiment term 4 characterized by being in the condition as the condition of the pressure at the time of the ignition at the time of an engine rotating by explosion of a fuel that the condition of having heightened the pressure in said cylinder from the atmospheric pressure is the same.
- (6) Claim 1 in which the amount of electrical-potential-difference relation contains one [ at least ] height of the primary voltage in the case of the electrical-potential-difference impression by the discharge voltage impression equipment made to generate high-pressure secondary voltage from the primary voltage based on primary voltage, and secondary voltage, the embodiment term 1, or the ignition plug inspection approach of any one publication of five.
- (7) The ignition plug inspection approach according to claim 2 that detection of one [ at least ] height of said primary voltage and secondary voltage is performed in the condition that said engine is rotating by itself by combustion of a fuel.
- (8) Claims 1 and 2 which include further the process which detects the duration of said discharge, the embodiment term 1, or the ignition plug inspection approach of any one publication of seven.
- (9) The ignition plug inspection approach given in the embodiment term 8 to which said judgment is carried out based on one [ at least ] average of said primary voltage and secondary voltage, and a ratio with said discharge duration.
- (10) The ignition plug test equipment containing the discharge-voltage impression equipment which is equipment which inspects the condition of an ignition plug, without supplying a fuel to the engine where an ignition plug is attached to an engine, and impresses sufficient electrical potential difference for making it discharge to an ignition plug, and the judgment equipment which detect the amount of electrical-potential-difference relation relevant to the applied voltage, and judge the condition of an ignition plug based on the detection result.

(11) The ignition plug test equipment containing the judgment equipment which is equipment which inspects the condition of the ignition plug, detects one [ at least ] height of the discharge-voltage impression equipment which makes said ignition plug generate secondary voltage more sufficient than the primary voltage for making high-pressure discharge perform based on primary voltage, and the primary voltage in the case of the discharge and secondary voltage, and judges the condition of an ignition plug based on the detection result at least where an ignition plug is attached to an engine.

[0009]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the ignition plug inspection approach which is the operation gestalt of this invention is explained with the suitable check system for the operation. The check system of this operation gestalt is set like an engine erector, and can inspect independently existence a poor discharging gap and a poor insulator, respectively. [ with the poor condition of an ignition plug ] Both drawing 1 is drawings showing the ignition plug 10 in the condition that there are not a poor discharging gap and a poor insulator. A discharging gap is the gap of a center electrode 12 and an earth electrode 14. Drawing expanded near the discharging gap is also shown in drawing 1 , and the magnitude of a discharging gap is shown by g. In addition, it calls attaching being attached to the engine in the condition which showed in drawing 1 in the condition with a normal group.

[0010] Drawing 2 is drawing in which a discharging gap shows an example of the faulty ignition plug 10. Drawing expanded near the discharging gap also to drawing 2 is shown. The magnitude of a discharging gap is g'. According to the cause of colliding with an engine in fall of an ignition plug 10, and the case of attachment, a poor discharging gap is produced, when an earth electrode 14 deforms plastically. In the example shown in drawing 2 , the tip of an earth electrode 14 is made to approach a center electrode 12, and the discharging gap is small as compared with the condition which showed in drawing 1 ( $g' < g$ ). This poor discharging gap is called discharging gap crushing. An engine stops being able to explode easily, so that a discharging gap is small. If this does not have the enough magnitude of a discharging gap, it is because a flame nucleus required in order that combustion may grow cannot be formed.

[0011] Drawing 3 is drawing showing an example of the ignition plug 10 which has a poor insulator. A poor insulator is in the condition which the pinhole, the crack, etc. have produced in the insulator 16 which insulates a center electrode 12 and an earth electrode 14. Although most pinholes are produced at the time of manufacture of an insulator 16, a crack is generated according to the unusual force applied to fall of not only the time of manufacture of an insulator 16 but the ignition plug 10, the collision with the engine in the case of attachment, and the insulator 16 in the case of attachment. When a pinhole and a crack are large, leakage of energy occurs. For example, since the shell 18 of an ignition plug 10 is in the condition attached to the engine and it is grounded like an earth electrode 14, depending on the case, discharge may take place between a center electrode 12 and shell 18 through the pinhole and crack of an insulator 16 (after-mentioned). A defect of an insulator 16 to whom this discharge takes place is called a poor insulator.

[0012] Drawing 4 is the outline block diagram showing the check system which can inspect discharging gap crushing and a poor insulator independently, respectively. Here, inspection of a discharging gap is possible that it can inspect independently irrespective of the existence of a poor insulator, and the inspection result of a poor insulator means not being influenced by the condition of a discharging gap. This check system contains test equipment 20 and a control unit 24 as a main component. Test equipment 20 contains an ignition coil 30, a transistor 32, ignition control equipment 36, judgment equipment 38, and a motor 40. The ignition coil 30 is equipped with the primary coil 42 and the secondary coil 44. It connects mutually and the end of these coils is connected to the voltage source (electrical potential difference VSS). In addition, in drawing 4 , although 1 set of group of a transistor 32, an ignition coil 30, and an ignition plug 10 is shown, the inspected engine 48 of this operation gestalt is the thing of the gestalt in which only the number of gas columns and the same number contain these groups. Only 1 set in those groups is shown in drawing 4 . The other end of a primary coil 42 is connected to the collector C of a transistor 32. Let the electrical potential difference of this connection part be primary voltage V1. The emitter E of a transistor 32 is grounded and Base B is connected to ignition control equipment 36 and judgment equipment 38. The other end of a secondary coil 44 is connected to the center electrode 12 of an ignition plug 10 by the high tension cord. Let the electrical potential difference of this connection part be secondary voltage V2. Spark discharge is made to generate in the discharging gap of an ignition plug 10 by this secondary voltage V2. Discharge voltage impression equipment is constituted by these ignition coils 30, a transistor 32, and ignition control equipment 36.

[0013] A control unit 24 supplies control signals CTRLC and CTRLJ to ignition control equipment 36 and judgment equipment 38, respectively. There are two kinds of signals in a control signal CTRLC and a control signal CTRLJ, respectively. The first thing is the control signal CTRLC1 and control signal CTRLJ1 which are outputted in case the existence of discharging gap crushing is inspected, and the second thing is the control signal CTRLC2 and control signal CTRLJ2 for inspecting the existence of a poor insulator. First, the case where a control signal CTRLC1 and a control signal CTRLJ1 are supplied is explained. A control unit 24 supplies a control signal CTRLC1 to ignition control equipment 36, when inspecting discharging gap crushing.

[0014] In addition, the engine with which the transistor 32 and the ignition coil 30 are contained at a time only for one, respectively also exists [ a transistor 32 and an ignition coil 30 / an ignition plug 10 and \*\*\*\*\* rare \*\*\*\*\* ] in the inspected engine 48 of this operation gestalt as mentioned above. The engine of the format that one secondary coil 44 is made to flow alternatively in the center electrode 12 of two or more ignition plugs 10 by the distributor is the example. in such a case — for example, each center electrode 12 of two or more ignition plugs 10 connects with one secondary coil 44 alternatively through the relay with contact of high withstand voltage of an ignition plug 10 and the same number, a solid state relay, etc., respectively — having — you may make . If it is made

such a configuration, only the ignition plug 10 set as the object of inspection can be made to generate spark discharge by controlling electrically conditions, such as a relay with contact and a solid state relay.

[0015] Ignition control equipment 36 supplies rectangular pulse MPLS to Base B and the judgment equipment 38 of a transistor 32, shortly after receiving a control signal CTRLC1. At this time, the gas column to which the ignition plug 10 corresponding to the transistor 32 to which rectangular pulse MPLS is supplied is attached is made into the condition that at least one side of an intake valve and an exhaust air bulb opened. That is, let the pressure around a discharging gap be atmospheric pressure. Although this is beforehand carried out by rotating a motor 40, as for a motor 40, it is desirable to have servo mechanism so that angle of rotation of a crankshaft can be changed into arbitration. Rectangular pulse MPLS is supplied only to any one of the transistors which exist corresponding to each gas column (transistor 32 shown in drawing 4 here). The ignition plug 10 corresponding to the transistor 32 to which rectangular pulse MPLS is supplied is set as the object of inspection. In order to inspect all ignition plugs, rectangular pulse MPLS needs to be separately supplied to all transistors. On the other hand, although he is trying to be supplied at judgment equipment 38 in rectangular pulse MPLS supplied to each transistor, respectively [ all ], about the function, it mentions later. If rectangular pulse MPLS is supplied to the base B of a transistor 32, the transistor 32 in time amount TINT equivalent to the pulse width of the rectangular pulse MPLS will flow, and it will return to the non-switch-on after time amount TINT progress. According to it, primary voltage V1 is changed by the complicated wave as shown in drawing 5. In addition, both the waves shown in drawing 5 are waves of the primary voltage V1 in a condition with a normal group without discharging gap crushing and a poor insulator, and are later mentioned about a wave in case the poor condition of these ignition plugs exists. In the ignition plug inspection approach of this operation gestalt, inspection is conducted based on change of the primary voltage V1 after time amount TINT is completed so that it may mention later, but since the absolute value of primary voltage V1 and secondary voltage V2 is proportional mostly after time amount TINT is completed, the same result can be obtained even if it inspects based on secondary voltage V2. However, since in a case usual in secondary voltage V2 it amounts to 10,000 volts or more, and the withstand voltage engine performance required of a measuring machine machine is large, the configuration of check system becomes complicated and cost also becomes high, in this operation gestalt, it is made to be carried out in inspection based on primary voltage V1.

[0016] The electromagnetic energy accumulated in the primary coil 42 into time amount TINT is consumed mainly by the spark discharge in an ignition plug 10 after termination of time amount TINT. At the beginning, as shown in drawing 5, the so-called capacity discharge occurs, and a secondary circuit is formed in secondary [ of an ignition coil 30 ] of this capacity discharge. Since an electrical potential difference required since capacity discharge is started is an electrical potential difference (early dielectric breakdown voltage) required in order to make discharge start in the condition that the secondary circuit is not yet formed, it turns into a big electrical potential difference. As the wave was shown in drawing 5, secondary voltage V2 will show a momentarily high electrical potential difference at the time of initiation of capacity discharge. In addition, although the wave shown in drawing 5 is a wave of primary voltage V1, the wave of the outline of secondary voltage V2 is indirectly observed by the transformer coupling of a primary coil 42 and a secondary coil 44 as a wave of primary voltage V1 as mentioned above (except for time amount TINT).

[0017] The so-called inductive discharge arises successively in capacity discharge. Since inductive discharge is started where a secondary circuit is already formed of capacity discharge, as shown in drawing 5, the primary voltage V1 observed as compared with capacity discharge serves as a low value. As for the inside of an induction charging time value, in order that the accumulated electromagnetic energy may decrease gradually, the primary voltage V1 observed also decreases gradually. the primary voltage V1 observed in the culmination of inductive discharge — a short time — it increases again. In order that this may be formed of capacity discharge, and formation of the secondary circuit inherited by inductive discharge may destabilize it with reduction of the energy of inductive discharge and it may make inductive discharge continue, it is because the high secondary voltage V2 is needed. After inductive discharge is completed, both the primary voltage V1 and the secondary voltage V2 return to the voltage source electrical potential difference VSS.

[0018] If a control signal CTRLC1 is supplied to judgment equipment 38 from a control unit 24, judgment equipment 38 will perform judgment processing based on primary voltage V1, and will output a result to a control unit 24. About the contents of this judgment processing, it mentions later.

[0019] The 2nd thing of the control signal CTRLC supplied to ignition control equipment 36 and judgment equipment 38 from a control unit 24 and a control signal CTRLC is the control signal CTRLC2 and control signal CTRLC2 which are supplied in case a poor insulator is inspected. In case a control unit 24 outputs these control signals CTRLC2 and control signals CTRLC2, a motor 40 is beforehand rotated with a fixed rotational speed. As it is indicated in drawing 6 as the inspected engine 48 and a motor 40, it is carried in both the bases 52. The crankshaft of the inspected engine 48 and the rotation shaft of a motor 40 are connected by coupling 54 and the drive shaft 56. The drive shaft 56 is held where only rotation is permitted by two bearing 58. The outdrive unit is constituted by these motors 40, the base 52, coupling 54, and drive shaft 56 grade. The so-called motoring will be performed by rotating a motor 40. Inspection of the poor insulator of this operation gestalt is a kind of the inspection based on motoring. If a control signal CTRLC2 is received, whenever ignition control equipment 36 will receive the TDC signal outputted from the inspected engine 48, it is the timing determined based on the generating stage of the TDC signal, the rotational speed of the crankshaft by the motor 40, and the location of a gas column where the ignition plug 10 which is the object of inspection is attached, and outputs rectangular pulse MPLS. Let this timing be the timing from which the pressure in a cylinder serves as max mostly. A TDC signal shall be outputted once, whenever it is the

output of the crank angle sensor which was attached in the inspected engine 48 and which is not illustrated and a crank angle rotates 360 degrees here. It is outputted to the timing to which the piston of the gas column to which the ignition plug 10 which is the object of inspection is attached was located in near the top dead center (TDC), and both inhalation of air and an exhaust air bulb have closed rectangular pulse MPLS.

[0020] The reason inspection of a poor insulator is carried out based on motoring is for raising the pneumatic pressure near the discharging gap part of an ignition plug 10. Generally, these [ for initiation of two inter-electrode spark discharge in a gas (it is not for continuation) ] two inter-electrode potential difference (the spark discharge starting potential VS is called) is influenced of the pressure of a surrounding gas. This is known as Paschen's law. Paschen's law in case a surrounding gas is air is shown by the graph shown in drawing 7. product p-d with the value the axis of abscissa of drawing 7 indicates the distance d between the pressure p of air, a center electrode 12, and an earth electrode 14, i.e., the magnitude of a discharging gap, to be — it is — an axis of ordinate — spark discharge starting potential VS it is . The curve shown in drawing 7 is the spark discharge starting potential VS. It is the spark discharge starting potential VS in the field where the value of p-d is larger than the point Pmin used as the minimum (the so-called Paschen ZUMINIMAMU). It is shown that product p-d is proportional mostly.

[0021] Producing Paschen ZUMINIMAMU in the case of air in atmospheric pressure in  $d*8$  micrometers of discharging gaps and spark discharge starting potential VS  $*325V$  is known. Generally, the discharging gaps of an ignition plug are 0.6mm thru/or about 1.1mm in magnitude, and since the pressure of the air at the time of inspection is more than atmospheric air, the value of p-d is larger [ a pressure ] than the value in Paschen ZUMINIMAMU enough. Therefore, Paschen's law can be approximated by the following linear expression.

$$VS \approx K \cdot p \cdot d + C \dots (1)$$

Here, K and C are constants, and in both the cases of air, it becomes a forward value so that clearly from drawing 7. It is the spark discharge starting potential VS by which spark discharge will be started since magnitude d of a discharging gap is originally regularity if the class of ignition plug 10 is decided. It is thought that it is originally proportional to the pressure p of air.

[0022] (1) It is the spark discharge starting potential VS, so that the pressure p of air will become high, if a formula is followed. Spark discharge will be started unless it enlarges. If the pneumatic pressure near the discharging gap of an ignition plug 10 is raised, initiation of the spark discharge in a discharging gap can be controlled. When the poor insulator has arisen using this, the discharge which passes through the part which the pinhole and crack of an insulator 16 have produced is started before the spark discharge in a discharging gap. Such a situation may be produced by other approaches, such as an approach of drawing not only motoring but the compressed air in a cylinder. However, by motoring, when inspection of the condition of components other than the ignition plug about the inspected engine 48 is carried out, the above-mentioned situation can be formed easily, using effectively the components (outdrive unit etc.) of the check system which the motoring takes. Inspection by motoring can be easily carried out as compared with inspection by firing, and since the pressure fluctuation in a cylinder is not intense and it becomes an accurate inspection as compared with the case where firing is performed, in many cases, inspection of the condition of components other than an ignition plug is carried out by motoring in many cases. In that case, inspection of an ignition plug can carry out with inspection of other inspection items.

[0023] In addition, the maximum of the pressure p of air is the value which is extent to which spark discharge happens in a discharging gap, when a poor insulator has not arisen. In inspection of a poor insulator, when a poor insulator has not arisen in an ignition plug 10, although change similar to the wave shown in drawing 5 (or below-mentioned drawing 8) is shown and the maximum of the primary voltage V1 in capacity discharge becomes larger than it in a condition with a normal group, the change of the primary voltage V1 in inductive discharge of primary voltage V1 is almost the same as that of a condition with a normal group.

[0024] If a control signal CTRLJ2 is supplied to judgment equipment 38 from a control unit 24, judgment equipment 38 will perform judgment processing based on primary voltage V1, and will output a result to a control unit 24. About the contents of this judgment processing, it mentions later.

[0025] Drawing 8 thru/or drawing 10 are the graphs for explanation of the outline of discharging gap crushing of this operation gestalt, and the inspection approach of a poor insulator. Drawing 8 is the wave (motoring is not performed) of the primary voltage V1 in a condition with a normal group, and drawing 9 and drawing 10 are the waves of the primary voltage V1 when only discharging gap crushing has arisen (motoring is not performed), and when the poor insulator has arisen, respectively (motoring is performed). The poor plug inspection approach of this operation gestalt is based on the time parameter Tn and the electrical-potential-difference parameter Vn which are shown in these drawings. A time parameter Tn is a parameter with which the die length of the time amount (electrical-potential-difference measurement time amount is called) to time amount which exceeds a threshold VTH2 and becomes equal to a threshold VTH2 again is expressed immediately after time amount TINT from the time amount to which primary voltage V1 becomes equal to a threshold VTH1. In addition, the threshold VTH1 is made into the voltage source electrical potential difference VSS in this operation gestalt, and let the threshold VTH2 be a slightly larger value than an electrical potential difference VSS. The electrical-potential-difference parameter Vn is computed by the degree type based on the area A and the time parameter Tn of the field shown by hatching in drawing 8 thru/or drawing 10.

$$Vn = A / Tn \dots (2)$$

That is, the electrical-potential-difference parameter Vn is the average of the primary voltage V1 within electrical-potential-difference measurement time amount

[0026] As shown in drawing 9, when discharging gap crushing has arisen, the value of the primary voltage V1 in

inductive discharge becomes small as compared with a condition with a normal group. If a discharging gap becomes small, this is the spark discharge starting potential VS so that clearly from (1) type. It is to become small as compared with a condition with a normal group, and to become easy to produce spark discharge. Moreover, a time parameter Tn becomes large as compared with a condition with a normal group. If this has the the same amount of the electromagnetic energy accumulated in the primary coil 42 in time amount TINT, when the electrical potential difference of inductive discharge is low, it is because spark discharge can be maintained so long. Therefore, the electrical-potential-difference parameter Vn which is the average of the primary voltage V1 in electrical-potential-difference measurement time amount becomes small as compared with a condition with a normal group.

[0027] As shown in drawing 10, when the poor insulator has arisen, a reverse inclination is indicated to be the case where discharging gap crushing has arisen. That is, the value of the primary voltage V1 in inductive discharge becomes large as compared with a condition with a normal group, and a time parameter Tn becomes small as compared with a condition with a normal group. Therefore, the electrical-potential-difference parameter Vn becomes large as compared with a condition with a normal group. In addition, the wave of the primary voltage V1 if it adds in piles, when the poor insulator shown in drawing 10 has arisen is acquired after the pressure in a cylinder has been heightened by motoring, and the acquired situation differs from the wave when discharging gap crushing shown in drawing 9 has arisen.

[0028] Here, shape parameter Sn expressed with a degree type is introduced further.

$Sn=Vn/Tn \dots (3)$

Shape parameter Sn is a parameter which shows the description of the configuration of the outline of the field (area A) shown in drawing 8 thru/or drawing 10 by hatching. That is, it considers that this field is the rectangle whose width of face is time parameter Tn and whose height is the electrical-potential-difference parameter Vn, and let magnitude of the ratio of the height of this rectangle, and width of face be the value of shape parameter Sn. This rectangle is a rectangle which was shown in drawing 8 thru/or drawing 10 with the fictitious outline (alternate long and short dash line) and from which area is set to A. The value of shape parameter Sn is easily understood that it has the relation of a degree type by inspection to the rectangle shown in drawing 8 thru/or drawing 10.

$Sn(\text{ drawing 9 }) < Sn(\text{ drawing 8 }) < Sn(\text{ drawing 10 }) \dots (4)$

If this is used, it judges with being discharging gap crushing, when the value of shape parameter Sn is smaller than a condition with a normal group (drawing 8) (drawing 9), and when larger (drawing 10) than a condition with a normal group, it can judge with an insulator being poor. This operation gestalt inspects a poor plug based on this. In addition, \*\*\*\*\* can also be inspected only in the electrical-potential-difference parameter Vn instead of shape parameter Sn. However, since shape parameter Sn is computed by the ratio of the electrical-potential-difference parameter Vn and time parameter Tn which show a reverse change inclination mutually when a poor each point fire plug occurs, a S/N ratio becomes large and its inspection by shape parameter Sn is more desirable than the inspection only based on the electrical-potential-difference parameter Vn.

[0029] In addition, when motoring is not performed, spark discharge is generated in a discharging gap. This is the same though the poor insulator has arisen. This is because the magnitude of a discharging gap is smaller than the distance between the center electrode 12 which passes through the crack of an insulator 16 etc., and shell 18. When motoring is not performed, in a discharging gap, spark discharge happens irrespective of the existence of a poor insulator. This means that a right inspection result is obtained independently as the existence of a poor insulator by inspection of discharging gap crushing.

[0030] On the other hand, when motoring is performed, the pneumatic pressure around a discharging gap is raised in the timing to which discharge is performed. When discharging gap crushing has not arisen, he is trying for the discharge between the center electrode 12 which passes through the crack of an insulator 16 etc., and shell 18 to take place previously rather than the spark discharge in a discharging gap. However, when the magnitude of a discharging gap is small by discharging gap crushing, it does not necessarily become so certainly. Therefore, it shall be carried out to the ignition plug 10 judged as discharging gap crushing having not produced inspection of the poor insulator in this operation gestalt as a result of inspection of discharging gap crushing. The ignition plug 10 which discharging gap crushing has produced needs to be exchanged irrespective of whether the poor insulator has arisen, and does not need to conduct inspection of a poor insulator. To the exchanged ignition plug 10, processing explained above will be performed repeatedly.

[0031] Drawing 11 is a flow chart which shows an example of the contents of the ignition judging processing carried out in the interior of the judgment equipment 38 shown in drawing 4. In addition, the judgment equipment 38 of this operation gestalt contains the processing unit which is not illustrated inside, ROM, RAM, etc., and the program of the ignition judging processing shown in drawing 11 is stored in the ROM, and it is performed by the processing unit, utilizing RAM. In addition, it is also possible for various programs including this ignition judging processing program to be memorized by the storage in which ejection, such as a magnetic disk and a magnetic tape, is possible, and for it to be read by inspection with a reader in activation, and to make it stored in RAM etc.

[0032] From ignition control equipment 36, whenever judgment equipment 38 receives the above-mentioned rectangular pulse MPLS, it performs ignition judging processing shown in drawing 11. In addition, he is trying to be stored at Above RAM by the wave acquisition equipment which the data point of primary voltage V1 does not illustrate. Moreover, in case this storing is performed, smoothing mentioned later may be performed. Moreover, he is trying to give the above-mentioned control signal CTPLJ from a control unit 24 at judgment equipment 38, just before receiving rectangular pulse MPLS. Ignition judging processing by the case where judgment equipment 38 receives the above-mentioned control signal CTRLJ1, and the case where a control signal CTRLJ2 is received

Since it is necessary to change the contents a little so that it may mention later, the control signal CTRLJ as a control signal for choosing the contents of the processing needs to be received at an early stage rather than the receiving timing of rectangular pulse MPLS as a trigger for starting the processing.

[0033] First, the step 100 (it only expresses S100.) It sets to suppose that it is the same about other steps, and the counter variable i is initialized by 1. Next, in S102, the value of shape parameter Sn is computed based on the data point of the primary voltage V1 stored in Above RAM. Next, in S104, the judgment based on the value of shape parameter Sn is performed. When judgment equipment 38 receives a control signal CTRLJ1 (i.e., when inspection of discharging gap crushing is conducted), specifically, it is judged whether the result (this result is stored in a variable J1) of the logical operation expressed with the greater than sign of a degree type is TRUE. In addition, motoring is not performed in this case.

$J1 <-(Sn0-\delta) <= Sn \dots (5)$

In addition, Sn0 is the average of shape parameter Sn about the ignition plug 10 in many conditions with a normal group. Moreover, delta is a positive number set up beforehand, for example, can be made into the standard deviation sigma 3 times the value of being computed in the process in which the above-mentioned average Sn 0 is computed. In addition, the minimum value of shape parameter Sn about the ignition plug 10 in many conditions with a normal group may be used instead of the value of (Sn0-delta) of (5) types. Thus, when the value of the computed variable J1 is TRUE, it will be judged with the discharging gap of the ignition plug 10 which is the object of inspection not being crushed. (5) Although inspecting a poor discharging gap based on a formula is making only discharging gap crushing into a subject of examination, based on the value of variable J1' computed by the degree type, inspection may be made to be conducted instead of a variable J1. In this case, also when a discharging gap becomes large as compared with a condition with a normal group, it will be inspected as a poor discharging gap.

$J1' <-(Sn0-\delta) <= Sn <= (Sn0+\delta) \dots (6)$

[0034] On the other hand, when judgment equipment 38 receives a control signal CTRLJ2 (i.e., when inspection of a poor insulator is conducted), it is judged whether the result of the logical operation expressed with the greater than sign of a degree type is TRUE. In addition, motoring is performed in this case.

$J2 < -Sn <= (Sn0+\delta) \dots (7)$

In addition, the maximum of shape parameter Sn about the ignition plug 10 in many conditions with a normal group may be used instead of the value of (Sn0+delta) of (7) types.

[0035] When the judgment result in S104 performed based on a variable J1 (variable J1') or a variable J2 is FALSE, it will be judged with discharging gap crushing or a poor insulator having arisen, respectively. In this case, after "NG" is set to Variable RSLT in S106, in S108, the value of Variable RSLT is outputted to a control unit 24 (refer to drawing 4 ). On the other hand, when the judgment result of S104 is TRUE, it will be judged with each inspection item being normal. In this case, in S110, it is judged whether it is equal to the predetermined number N1 or predetermined number N2 to which the counter variable i is set beforehand. A predetermined number N1 is used for a judgment in case discharging gap crushing is inspected, and a predetermined number N2 is used for a judgment in case a poor insulator is inspected. If the judgment result in S110 is YES, "O.K." is set to Variable RSLT in S112, and after processing of Scontinuing 108 is performed, ignition judging processing will be completed. When the judgment result of S110 is NO, after the increment of the counter variable i is carried out in S114, the processing from S102 is repeated.

[0036] In inspection of discharging gap crushing, in order to be judged with finally the ignition plug 10 to be examined being in a condition with a normal group, the judgment result of S104 needs to serve as TRUE in succession [ predetermined number / N1 ]. When a discharging gap is small, the judgment result of S104 does not always serve as FALSE. This is because spark discharge does not necessarily happen in a part with the always smallest discharging gap. However, when spark discharge is repeated two or more times and made to perform, there is a count of a loop from which the judgment result of S104 serves as FALSE once [ at least ]. It can ask for this count of a loop experimentally beforehand. By making this count of a loop into a predetermined number N1, although a discharging gap is small, it has prevented incorrect-inspecting that it is in a condition with a normal group. Similarly, a predetermined number N2 is introduced in order to prevent incorrect inspection in inspection of a poor insulator. This value is also a value calculated experimentally. By the above processing, a control unit 24 can know the result of inspection based on the value ("O.K." or "NG") of Variable RSLT.

[0037] Drawing 12 is the circuit block diagram showing the configuration of the circuit which is another operation gestalt of judgment equipment 38. The judgment equipment 38 of this operation gestalt is an electrical circuit equivalent to the parts of the processing unit which performs processing of drawing 11 in the judgment equipment 38 of the above-mentioned operation gestalt, ROM, RAM, etc., etc. The judgment equipment 38 of this operation gestalt is equipped with the measurement enabling-signal output unit 70 which outputs the measurement enabling signal EN which serves as "ON" in said electrical-potential-difference measurement time amount, and serves as "OFF" in other time amount. the 1st threshold voltage VTH1 whose measurement enabling-signal output units 70 are the primary voltage V1 (this is expressed as primary-voltage V1S) from which the high-frequency component was removed with the low pass filter 72, and the output voltage of the source 74 of a constant voltage, and the 2nd threshold voltage VTH2 — respectively — \*\* — the measurement enabling signal EN is outputted based on a comparison.

[0038] After it receives rectangular pulse MPLS, the measurement enabling signal EN is set to "ON" when primary-voltage V1S become equal to the 1st threshold voltage VTH1 first, and when primary-voltage V1S become equal to the 2nd threshold voltage VTH2 again after that exceeding the 2nd threshold voltage VTH2, it is set to "OFF."

Thus, the measurement enabling signal EN outputted is supplied to an integrator 80 and a counter 84. An integrator 80 integrates with the value which is primary-voltage V1S among the time amount whose measurement enabling signal EN is "ON." Moreover, a counter 84 carries out counting of the number of the clock pulses which a clock 86 outputs among the time amount whose measurement enabling signal EN is "ON." The zero clear of a these integrators 80 integral result and the count result of a counter 84 is carried out by the control signal CTRLJ from a control unit 24. The output value of an integrator 80 is equivalent to the value of the area A of the field shown by hatching shown in drawing 8 thru/or drawing 10, and the enumerated data of a counter 84 are equivalent to the value of a time parameter Tn with the above thing. Therefore, suppose that these values are expressed with area A and a time parameter Tn, respectively.

[0039] The time parameter Tn which is the output of the area A which is the output of an integrator 80, and a counter 84 is supplied to a divider 90, and computes the electrical-potential-difference parameter Vn ( $=A/Tn$ ) from both. The time parameter Tn which is the output of the electrical-potential-difference parameter Vn and counter 84 which are the output of a divider 90 is further supplied to a divider 92, and shape parameter Sn ( $=Vn/Tn$ ) is computed from both. The value of shape parameter Sn is supplied to a comparator 96. A comparator 96 compares shape parameter Sn with the value of the electrical potential difference VREF which is the output voltage of the source 98 of a constant voltage, and outputs the result as a decision output G. In addition, although an electrical potential difference VREF is a value beforehand set up as an electrical potential difference equivalent to the average of shape parameter Sn acquired about two or more ignition plugs 10 which can be set in the condition with a normal group The average value of shape parameter Sn is beforehand acquired in two or more engines of a condition with a normal group, respectively in both the quiescent state (atmospheric-pressure condition in a cylinder bore), and the motoring condition (pressurization condition in a cylinder bore). The source 98 of a constant voltage outputs one of the averages alternatively as an electrical potential difference VREF according to the control signal CTRLJ supplied. On the occasion of acquisition of the average of shape parameter Sn, the standard deviation sigma of shape parameter Sn is acquired collectively, and a comparator 96 performs the comparison with shape parameter Sn and the value of an electrical potential difference VREF as follows in consideration of 3 times of the standard deviation chosen while choosing each standard deviation of an engine quiescent state and a motoring condition based on the control signal CTRLJ.

[0040] A comparator 96 outputs a decision output G based on shape parameter Sn, an electrical potential difference VREF, and a control signal CTRLJ as an output equivalent to the value of said variable J1 (J1') or a variable J2. When the contents of the control signal CTRLJ are said CTRLJ1, the decision output G1 or decision-output G1' expressed with the following formulas is outputted as a decision output G.

$$G1 \leftarrow (VREF - 3 \text{ and } \sigma) \leq Sn \dots (8)$$

$$G1' \leftarrow (VREF - 3 \text{ and } \sigma) \leq Sn \leq (VREF + 3\sigma) \dots (9)$$

In addition, (8) types and (9) types are equivalent to the aforementioned (5) formula and (6) types, respectively.

When the contents of the control signal CTRLJ are said CTRLJ2, the decision output G2 expressed with a degree type is outputted as a decision output G.

$$G2 \leftarrow Sn \leq (VREF + 3\sigma) \dots (10)$$

(10) A formula is equivalent to the above-mentioned (7) types. The value of a decision output G serves as TRUE or FALSE, and when it is TRUE, it is judged with an ignition plug 10 being in a condition with a normal group.

[0041] Judgment equipment 38 can output the measurement enabling signal EN explained above, time parameter Tn, the electrical-potential-difference parameter Vn, shape parameter Sn, and a decision output G as a thing equivalent to the value of the above-mentioned variable RSLT. A control unit 24 judges the condition of the ignition plug 10 which is the object of inspection based on the value of a decision output G. Timing from which a control unit 24 acquires the decision output G for every one spark discharge is carried out immediately after the measurement enabling signal EN changes from "ON" at "OFF." However, this decision output G is as a result of the judgment performed based on one spark discharge to the last. In order to obtain the same result as the processing (refer to drawing 11 ) in the above-mentioned operation gestalt, only when the decision output G of said predetermined number N1 or a predetermined number N2 is TRUE altogether in a control unit 24, it is necessary to judge with an ignition plug 10 being in a condition with a normal group.

[0042] Below, another operation gestalt is explained to this invention pan. The ignition plug inspection approach of this operation gestalt is an approach of inspecting an ignition plug using the amount only about the height of primary voltage V1. Drawing 13 is a graph which shows repeatedly the wave of the primary voltage V1 shown in drawing 8 thru/or drawing 10. However, smoothing of the primary voltage V1 shown in drawing 13 is carried out by the same hardware as the low pass filter 72 shown in drawing 12, the software processing which realizes contents equivalent to processing of the hardware by the operation. It expresses primary-voltage V1S like the display which used this in the above-mentioned operation gestalt. According to the wave to which such smoothing was carried out, the processing based on the wave of the primary voltage V1 described below becomes easily and exact. The ignition plug inspection approach of this operation gestalt inspects an ignition plug 10 based on the height of primary-voltage V1S after the passage of time expressed with the value of the variable offset set up beforehand from the time of primary-voltage V1S becoming equal to a threshold VTH1. In addition, the threshold VTH2 used for the ignition plug inspection approach of this operation gestalt in the above-mentioned operation gestalt is unnecessary. This is because the value of the time parameter Tn in the above-mentioned operation gestalt is unnecessary.

[0043] The value equivalent to the die length of the time amount whose spark discharge is mainly capacity discharge is beforehand set to Variable offset. This value can be known experientially. The inclination of change of primary-

voltage V1S becomes comparatively smooth into the time amount which is mainly inductive discharge so that clearly from drawing 13  $R > 3$ . And the magnitude of the inclination (negative value) becomes small generally, so that time amount passes. However, just before the time amount which is mainly inductive discharge is completed, the magnitude of the inclination (negative value) of change becomes large again. The ignition plug inspection approach of this operation gestalt inspects an ignition plug 10 based on the average (it expresses meanV1S) of the height of primary-voltage V1S in the time amount to which the magnitude of the inclination (negative value) of change of primary-voltage V1S is continuing becoming small generally. The magnitude of this value of average meanV1S becomes large in order of discharging gap crushing, a condition with a normal group, and a poor insulator so that clearly also from drawing 13.

[0044] Drawing 14 is processing replaced with the ignition judging processing shown in drawing 11, and is the flow chart of the processing which inspects an ignition plug based on the above-mentioned average-value meanV1S. Therefore, the same equipment as the above-mentioned operation gestalt which performs processing which showed the judgment equipment 38 of this operation gestalt to drawing 11 is used. First, the zero clear of the variable i is carried out in S200. Next, in S202, the meanV1S calculation processing which is a subroutine is called. In addition, about the contents of meanV1S calculation processing, it mentions later ( $R >$ drawing 15 5 reference). Then, in S204, it is judged whether the value (set to a variable J3) computed by the degree type based on average meanV1S computed by S202 is TRUE or it is FALSE.

$J3 < -(meanV1S0 - delta) <= meanV1S <= (meanV1S0 + delta)$

... (11)

meanV1S0 is the average of average meanV1S about the ignition plug in many conditions with a normal group here, and Variable delta is 3 times the value of the standard deviation sigma computed by the computation of average meanV1S0. In addition, in this operation gestalt, inspection of discharging gap crushing and a poor insulator is both conducted based on (11) types. The condition that the value of a variable J3 serves as FALSE will be in the condition of being judged with discharging gap crushing or a poor insulator having arisen. However, in case a motor 40 is stopped in case inspection of discharging gap crushing is conducted, and inspection of a poor insulator is conducted like the above-mentioned operation gestalt, a motor 40 is rotated with constant speed.

[0045] If the judgment result of S204 was FALSE, after the same processing as S106,108 shown in drawing 11 will be performed in S206 and S208, ignition judging processing is completed. When the judgment result of S204 is TRUE, in S210, it is judged whether the value of Variable i is equal to predetermined numbers N1 or N2 like the above-mentioned operation gestalt, and if the result was YES, after the same processing as S112 or subsequent ones shown in drawing 11 will be performed in S212 and S208, ignition judging processing is completed. When the judgment result of S210 is NO, after the increment of the value of Variable i is carried out, the processing from S202 is repeated in S214.

[0046] Drawing 15 is a flow chart which shows the contents of the meanV1S calculation processing which is the subroutine called in S202 of drawing 14. First, in S300, while the value of the above-mentioned variable offset is set to Variable j, the zero clear of variable sigmaV1S and the variable n is carried out. Next, in S302, after the value of primary-voltage V1S[j] is added to the value of variable sigmaV1S, the increment of the value of Variable n is carried out by S304. In addition, the value of primary-voltage V1S[j] sets to  $j = 0$  the time of primary-voltage V1S becoming equal to the threshold VTH1 shown in drawing 13. The value of the time of primary-voltage V1S becoming equal regularly again at the source electrical potential difference VSS of a constant voltage shall be stored in RAM which is beforehand contained in judgment equipment 38 and which is not illustrated as array data henceforth at that time (the number of data stored is set to NUM). Then, in S306, the value computed by variable deltaV1S1 and variable deltaV1S2 by the following formulas is set.

$\delta V1S1 < -V1S[j+step] - V1S[j] \dots (12)$

$\delta V1S2 < -V1S[j+2*step] - V1S[j+step] \dots (13)$

The value of variable deltaV1S1 is a value equivalent to the inclination of the change of primary-voltage V1S at the time of being shown by Variable j. Moreover, the value of variable deltaV1S2 is a value equivalent to the change inclination which is primary-voltage V1S after the time amount further shown with the value of Variable step passes from the time of variable deltaV1S1 being computed.

[0047] Next, in S308, it is judged whether the value of variable deltaV1S1 is below a value that applied the value of Variable alpha to the value of variable deltaV1S2. If a judgment result is YES, after the value of Variable step is added to the value of Variable j in S310, the processing from S302 will be repeated. If the judgment result of S308 is NO, it will be judged with it being in the condition (condition that the magnitude of change inclination is small) that the change inclination (negative value) of primary-voltage V1S is large, and the processing from S302 will be repeated. On the other hand, if the judgment result of S310 is NO, the change inclination (negative value) of primary-voltage V1S began (the magnitude of change inclination began to become large) to become small again, that is, it judges with the period of inductive discharge expiring, and after the value of average meanV1S is computed based on a degree type, meanV1S calculation processing will be completed in S312.

$meanV1S < -sigmaV1S/n \dots (14)$

Thus, the ignition plug inspection approach of this operation gestalt is the inspection approach which does not need to take the amount equivalent to the time parameter Tn in the above-mentioned operation gestalt into consideration. In addition, although the values of the above-mentioned variable alpha are zero or more values set up beforehand and the judgment precision of the termination stage of inductive discharge gets worse by enlarging this value, the incorrect judging by mixing of a noise can be controlled.

[0048] In each operation gestalt explained above, each value of primary voltage V1, primary-voltage V1S, area A, the electrical-potential-difference parameter Vn, shape parameter Sn, secondary voltage V2, variable deltaV1S1, variable deltaV1S2, and variable sigmaV1S grade is detected as an amount of electrical-potential-difference relation.

[0049] As mentioned above, although some operation gestalten of this invention were illustrated, these are literal instantiation, and this invention can be carried out in the mode which performed various deformation and amelioration, without deviating from a claim.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the drawing in which the condition of an ignition plug when neither a poor discharging gap nor insulator damage has arisen is shown.

[Drawing 2] It is the drawing in which the condition of an ignition plug when the poor discharging gap has arisen is shown.

[Drawing 3] It is the drawing in which the condition of an ignition plug when insulator damage has arisen is shown.

[Drawing 4] It is the outline block diagram showing the configuration of the outline of the check system used for operation of the ignition plug inspection approach which is 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 5] It is the graph which shows the relation of the capacity discharge and the inductive discharge in the wave of the primary voltage acquired by the above-mentioned check system.

[Drawing 6] It is the front view showing the above-mentioned whole check system roughly.

[Drawing 7] It is the graph which shows the general relation of the electrode potential by which the pressure and spark discharge of air of the magnitude of the gap between parallel poles and a perimeter are started (Paschen's law).

[Drawing 8] It is the graph which shows the wave of the primary voltage in a condition with a normal group acquired by the above-mentioned check system.

[Drawing 9] It is the graph which shows the wave of primary voltage when discharging gap crushing has arisen acquired by the above-mentioned check system.

[Drawing 10] It is the graph which shows the wave of primary voltage when the poor insulator has arisen acquired by the above-mentioned check system.

[Drawing 11] It is the flow chart which shows an example of the contents of the ignition judging processing performed by the processing unit contained in the judgment equipment of the above-mentioned check system.

[Drawing 12] It is the circuit diagram showing another operation gestalt with the operation gestalt for performing processing shown in drawing 11 of the judgment equipment of the above-mentioned check system.

[Drawing 13] It is the graph which shows repeatedly a wave when the condition with a normal group, discharging gap crushing, and the poor insulator which were acquired by the above-mentioned check system have arisen.

[Drawing 14] It is the flow chart which indicates another operation gestalt to be the processing shown in drawing 11 of the ignition judging processing performed by the processing unit contained in the judgment equipment of the above-mentioned check system.

[Drawing 15] It is the flow chart which shows the contents of the meanV1S calculation processing which is the subroutine called in S202 of the ignition judging processing shown in drawing 14 .

### [Description of Notations]

10: Ignition plug 12: Center electrode 14: Earth electrode 16: Insulator 18: Shell 20: Test equipment 24: Control device 30: Ignition coil 32: Transistor 36: Ignition control equipment 38: Judgment equipment 40: Motor 42: Primary coil 44: Secondary coil 48: Inspected engine 52: Base 54: Coupling 56: Drive shaft 58: Bearing 70: Measurement enabling-signal output unit 72: Low pass filter 74 98: Source of a constant voltage 80: Integrator 84: Counter 86: Clock 90 92: Divider 96: Comparator

---

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

## \* NOTICES \*

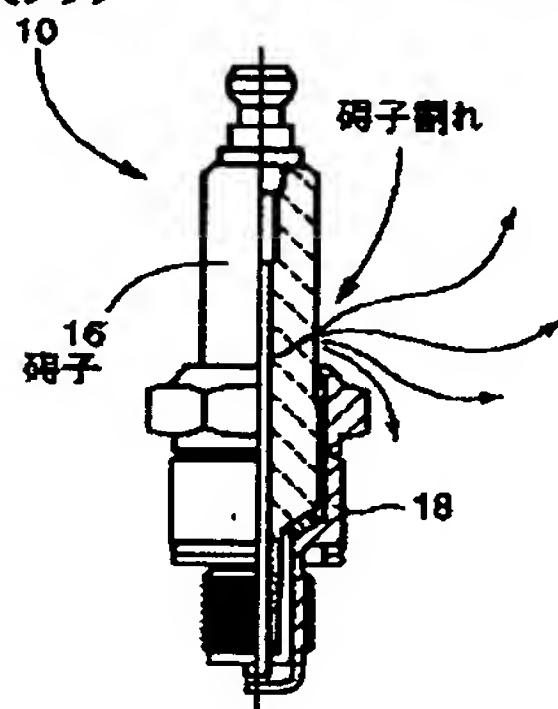
JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

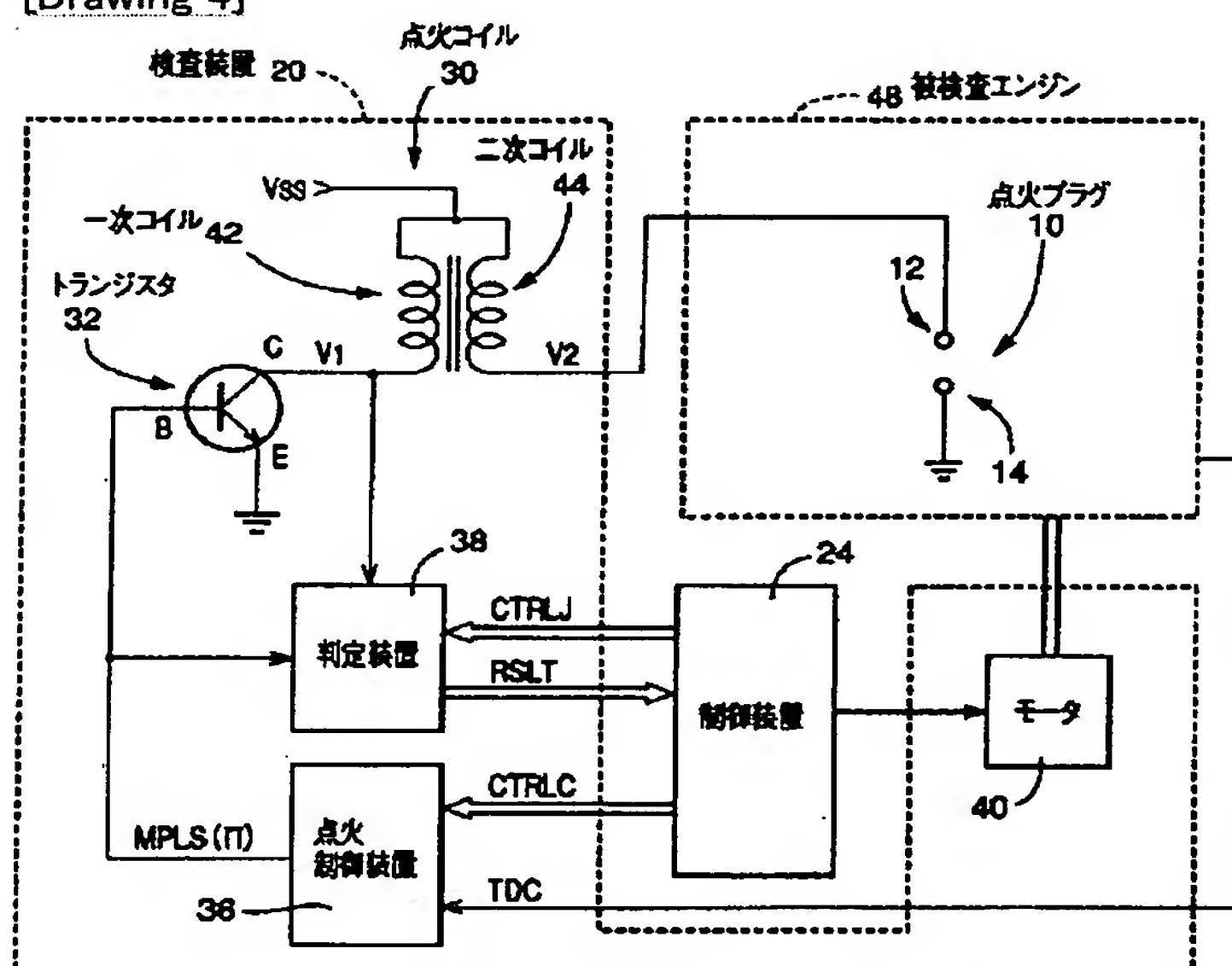
## DRAWINGS

## [Drawing 3]

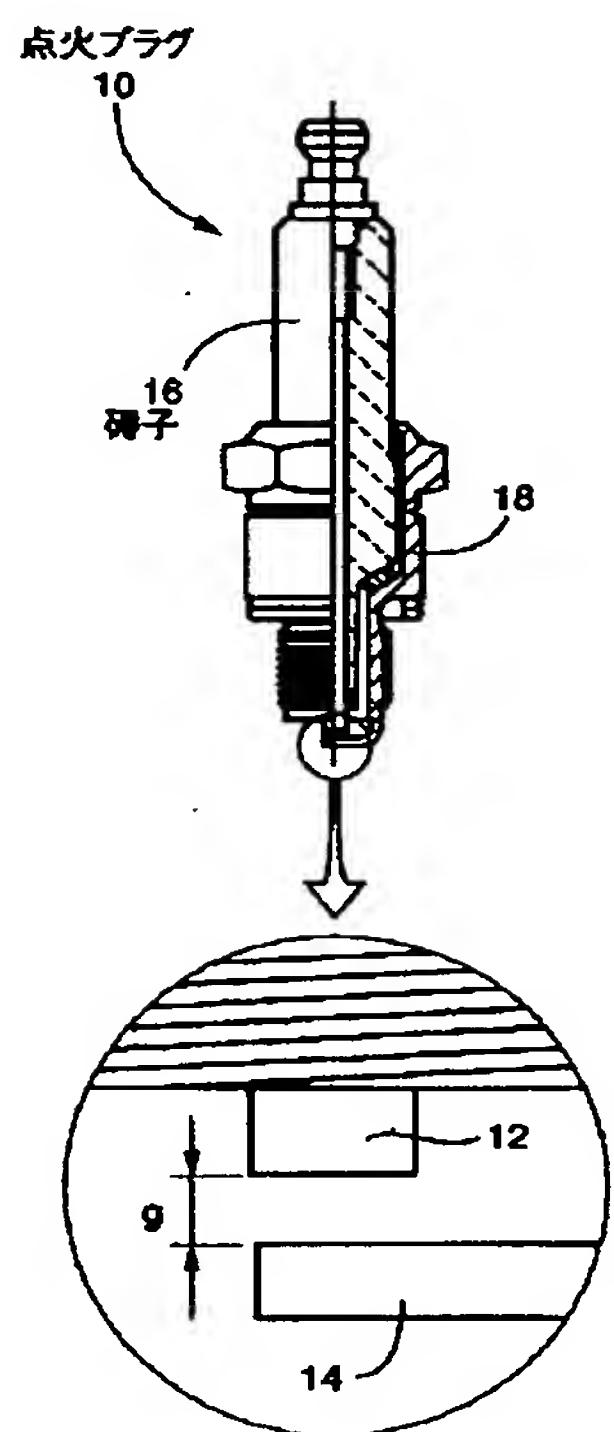
点火プラグ



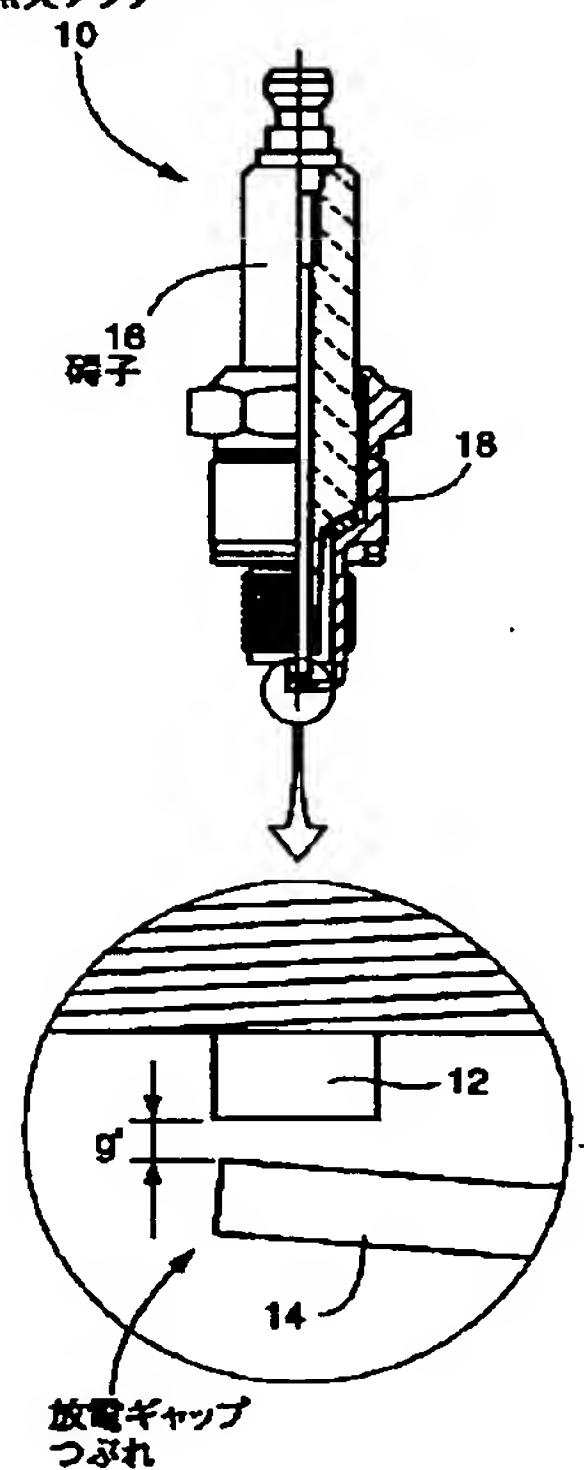
## [Drawing 4]



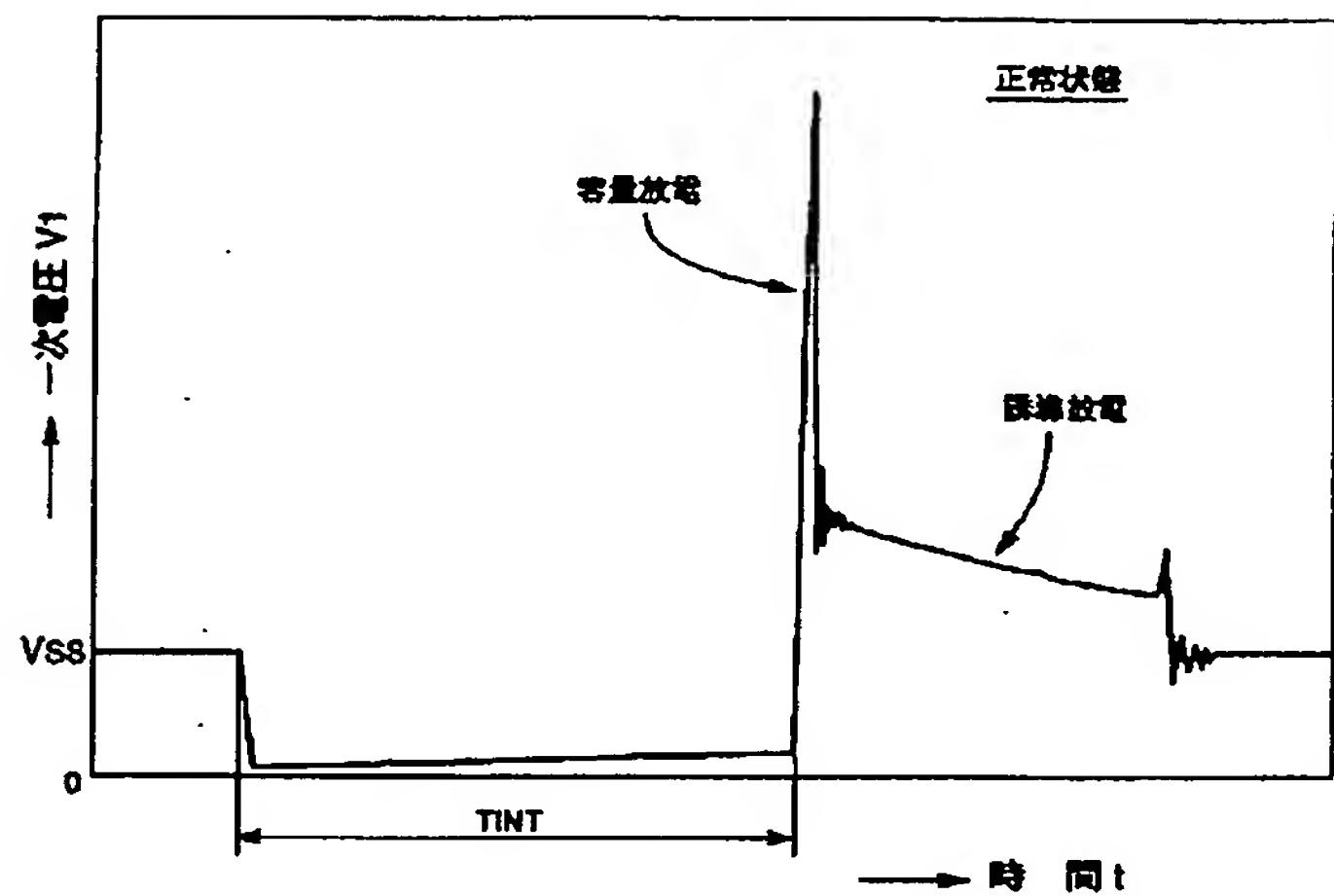
## [Drawing 1]



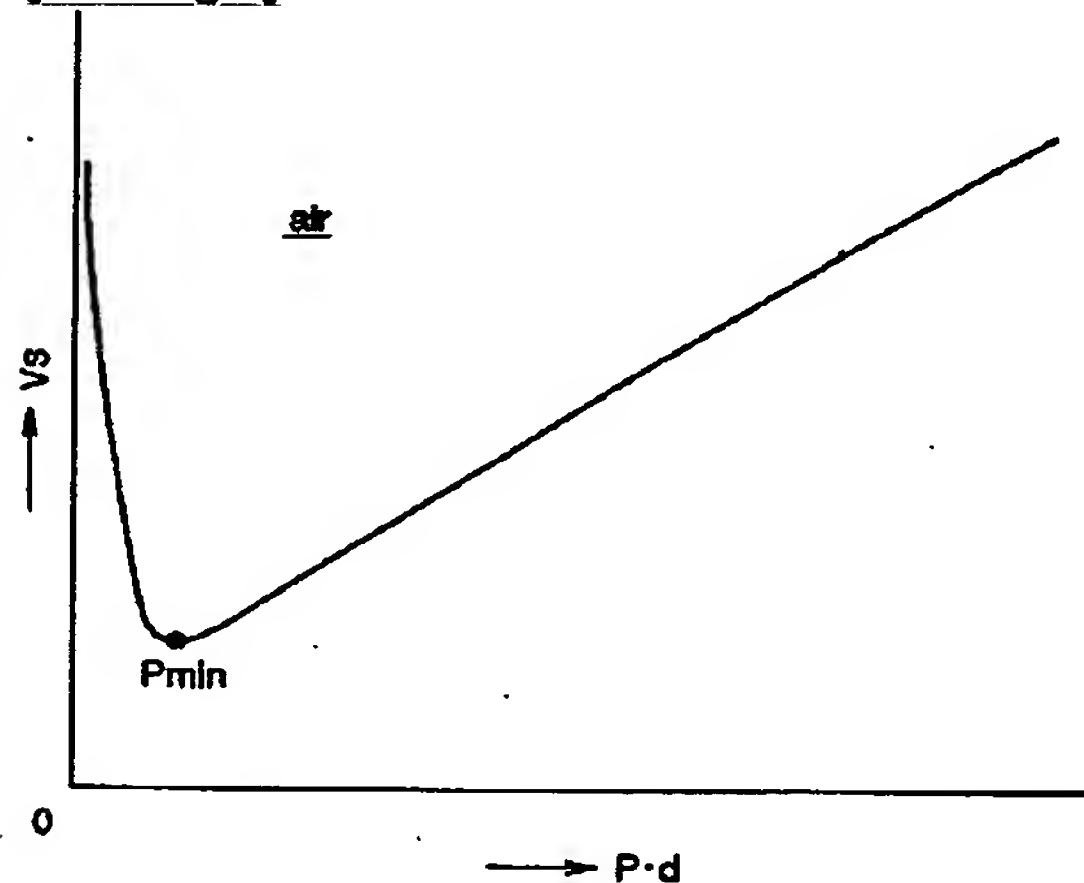
[Drawing 2]



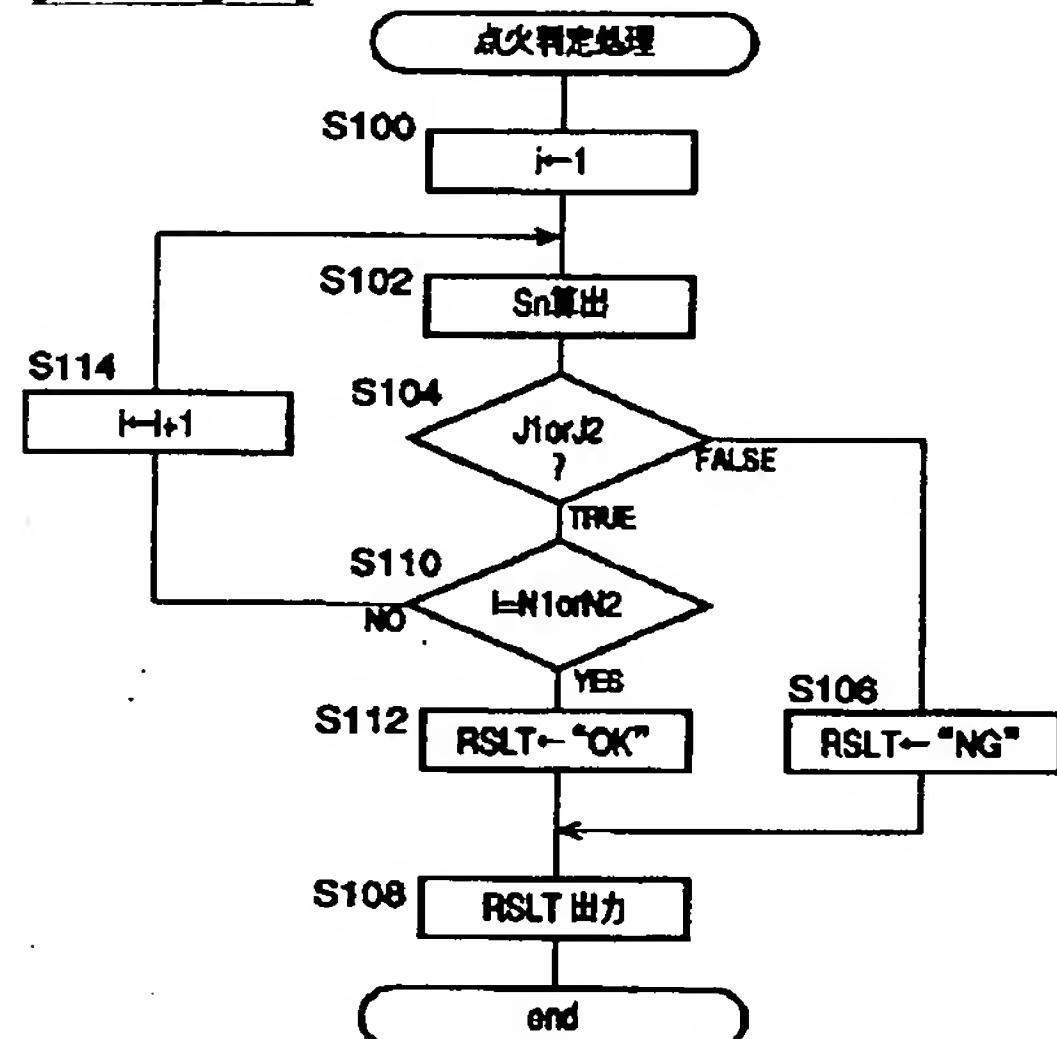
[Drawing 5]



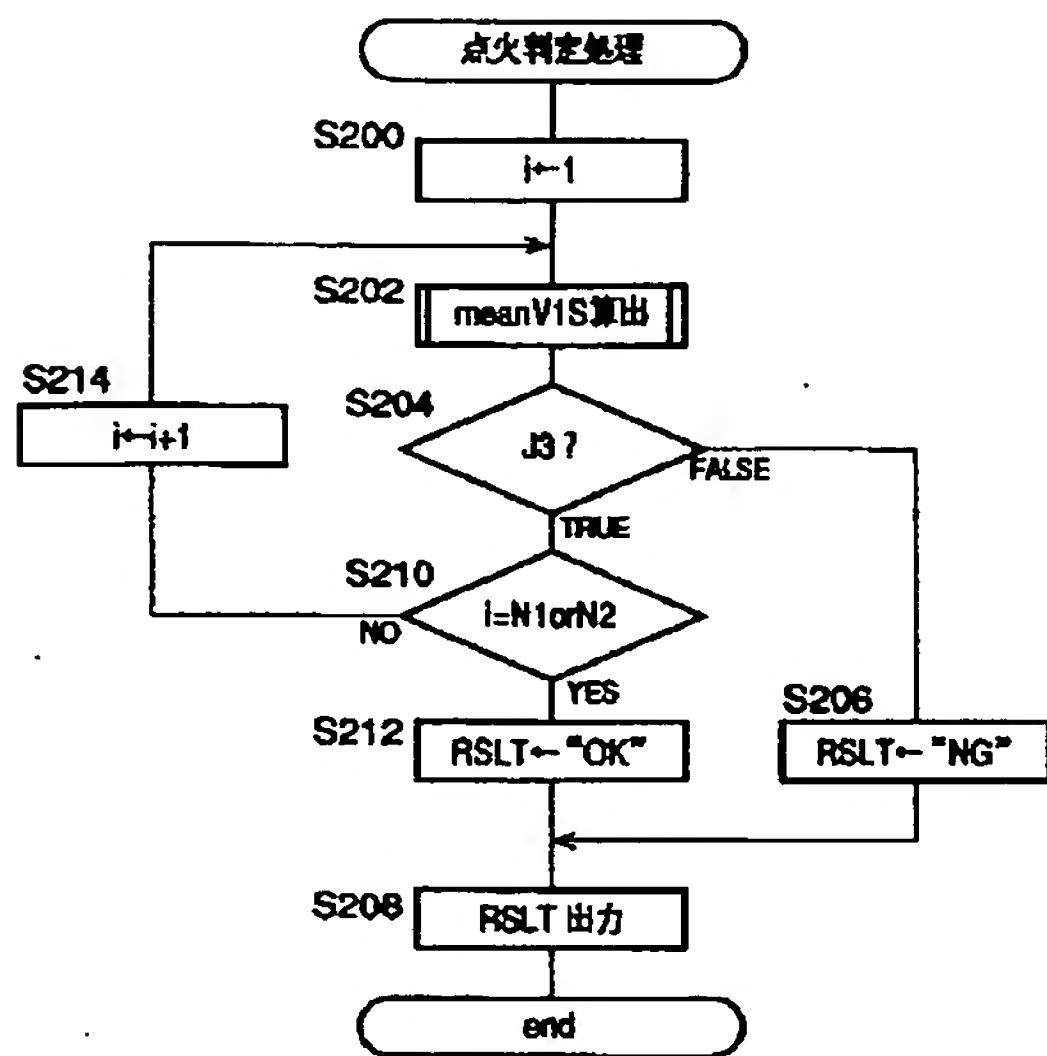
[Drawing 7]



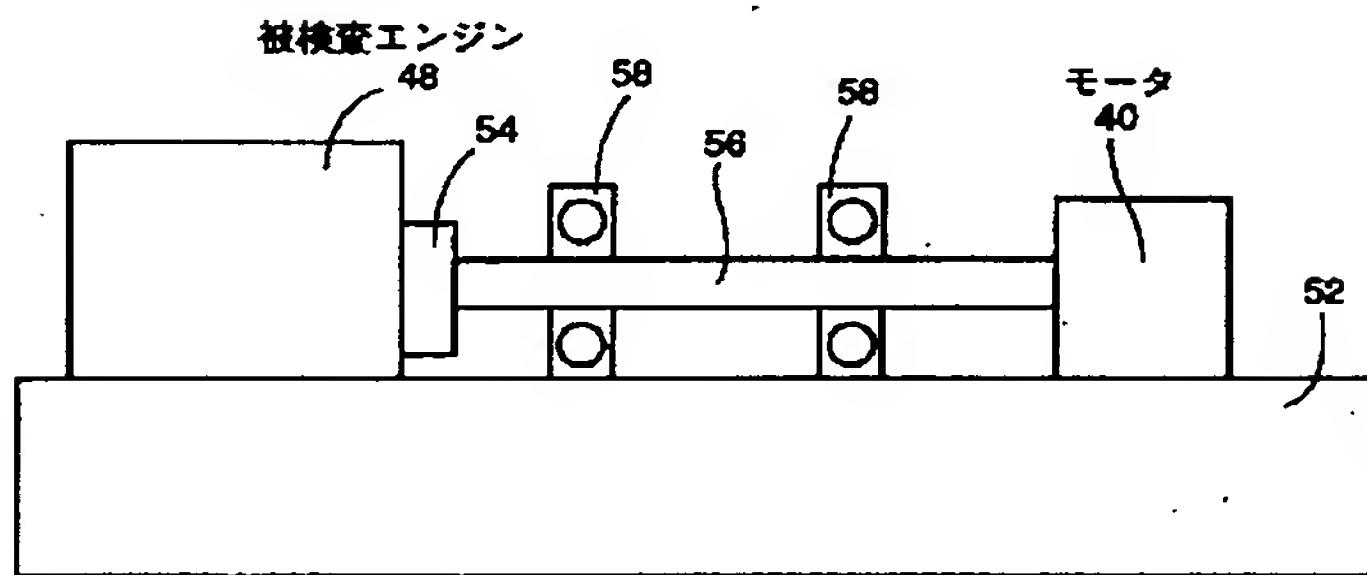
[Drawing 11]



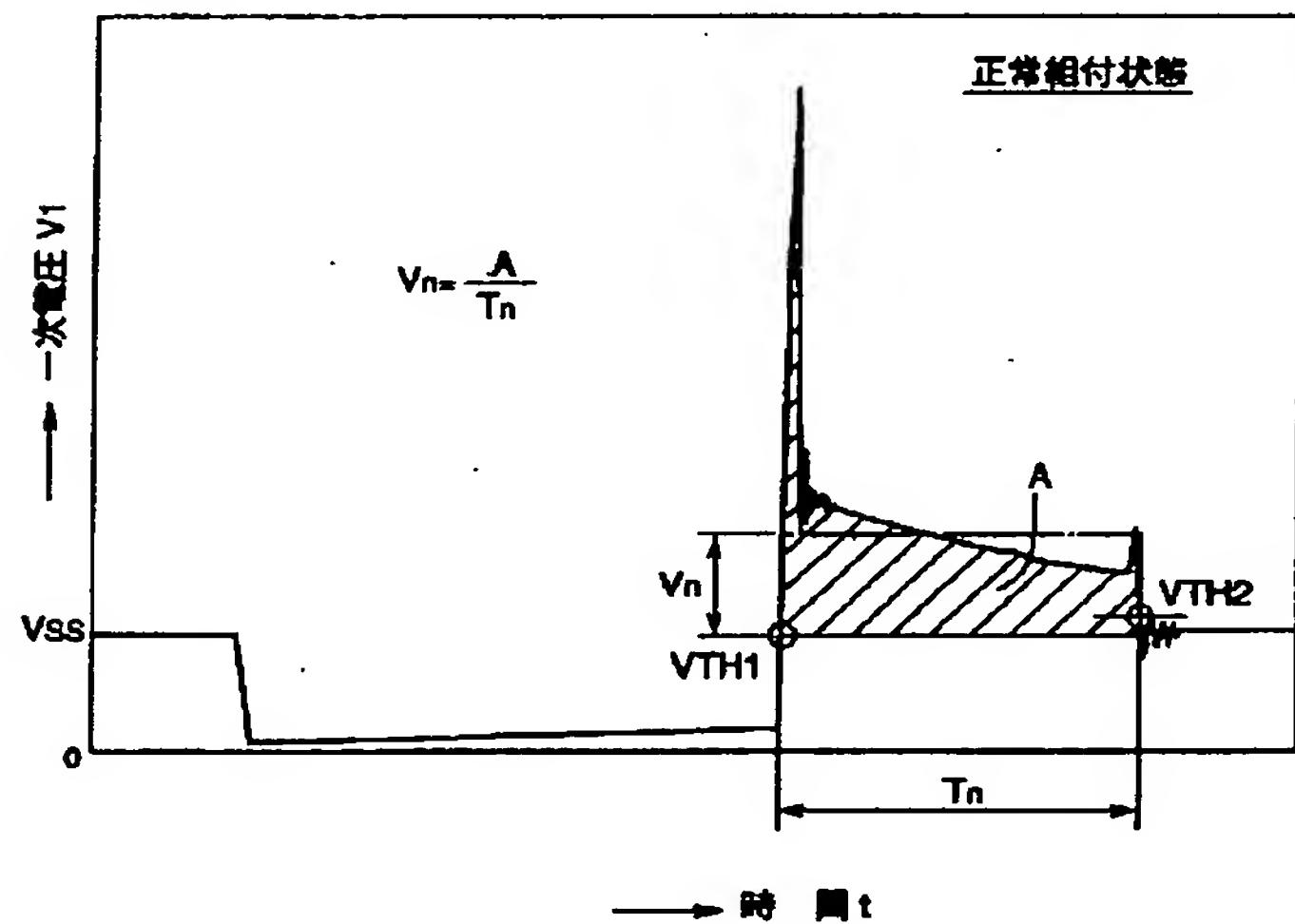
[Drawing 14]



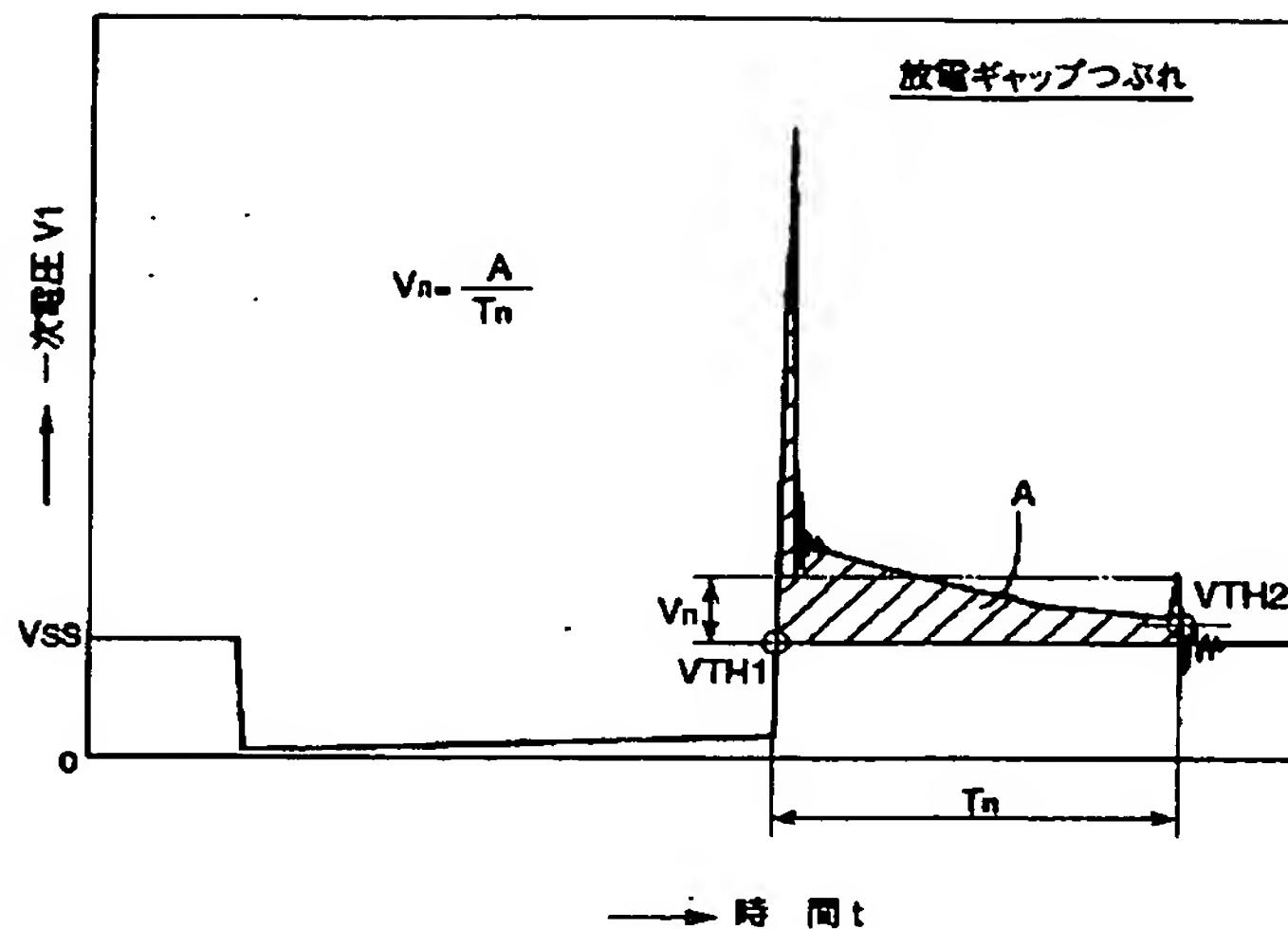
[Drawing 6]



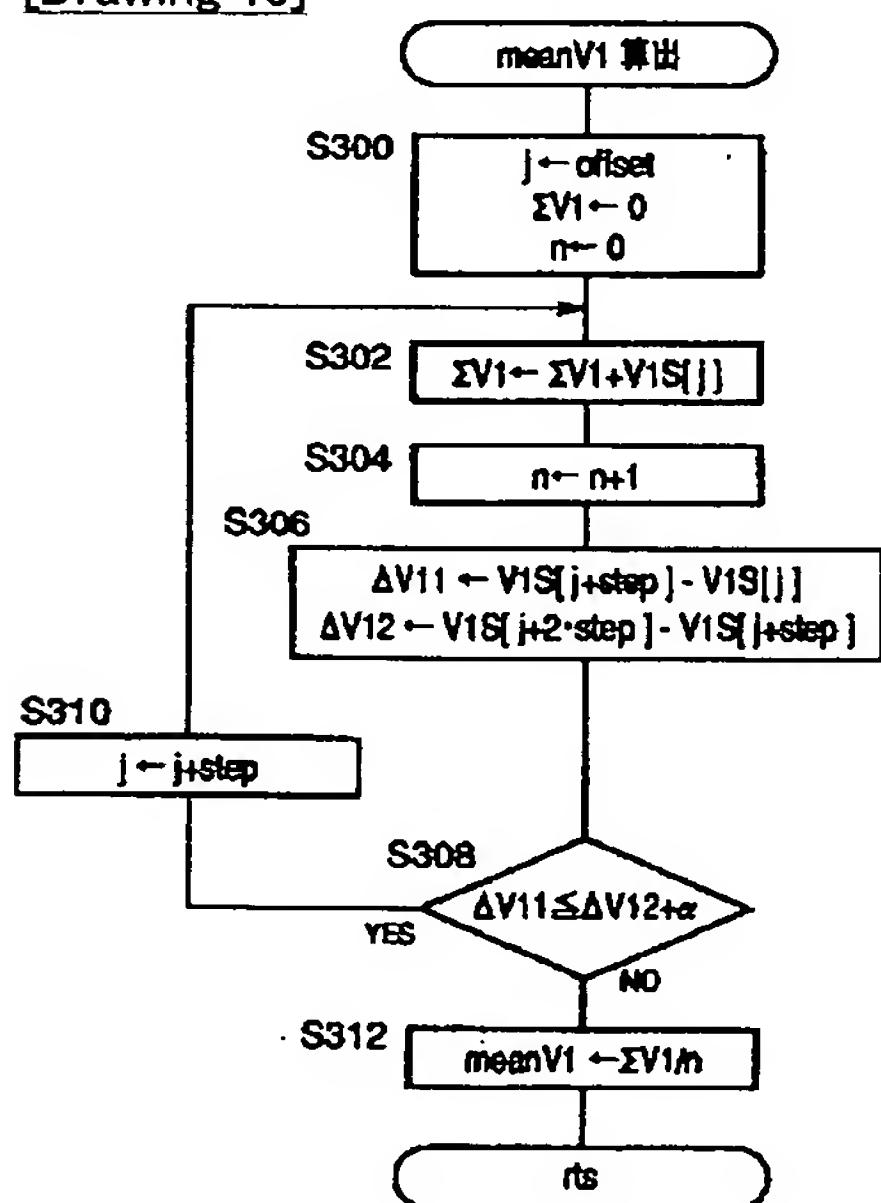
[Drawing 8]



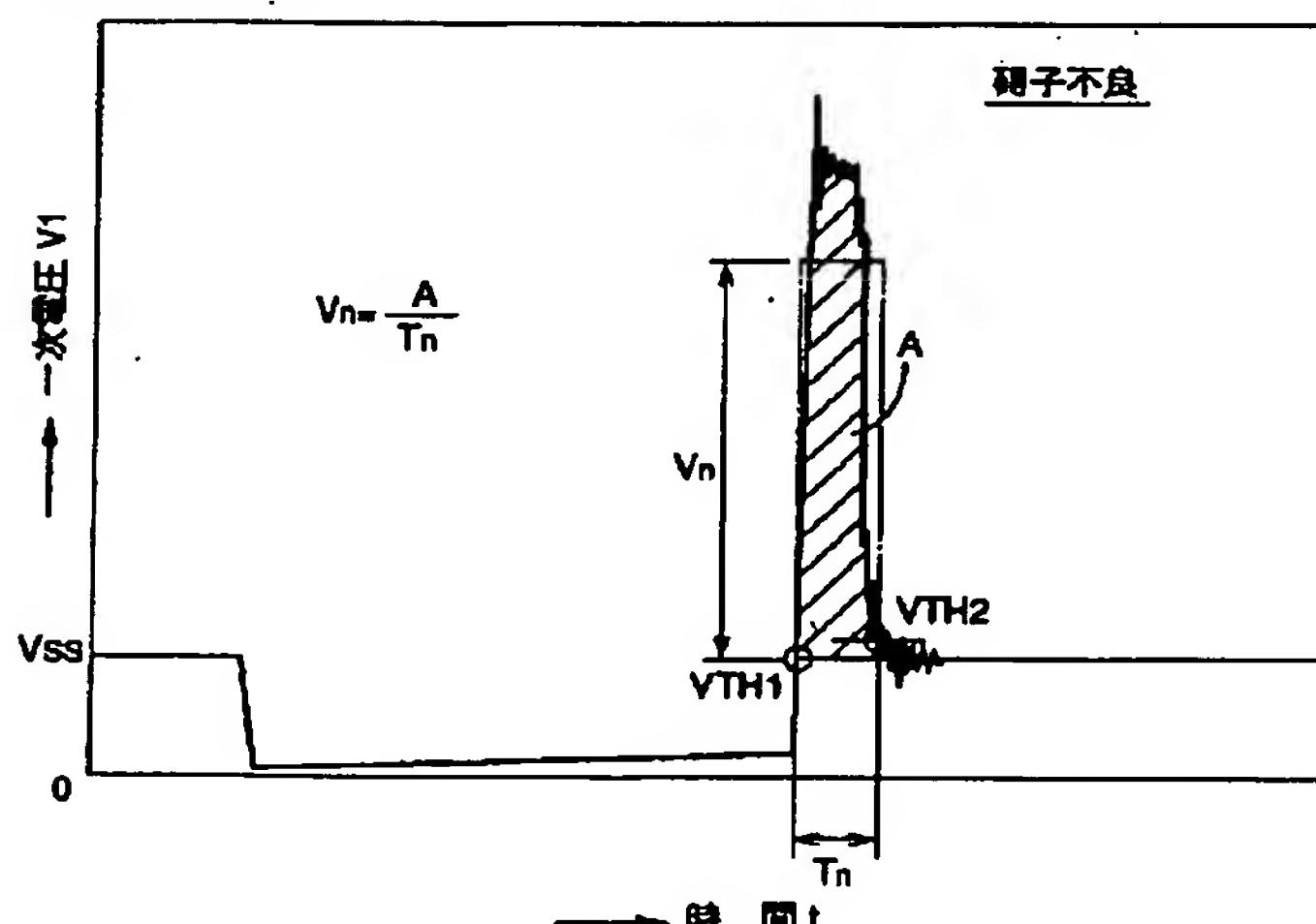
[Drawing 9]



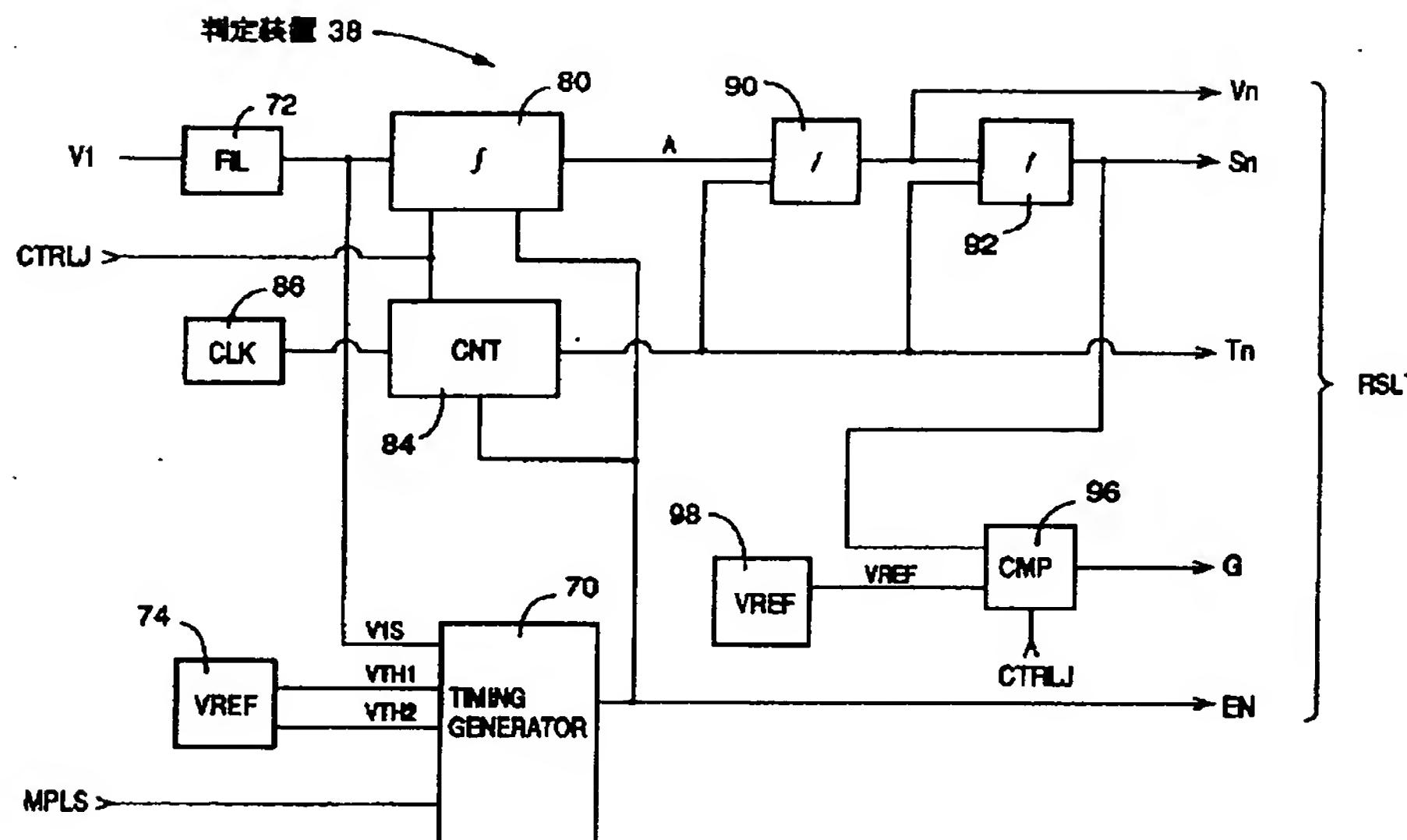
[Drawing 15]



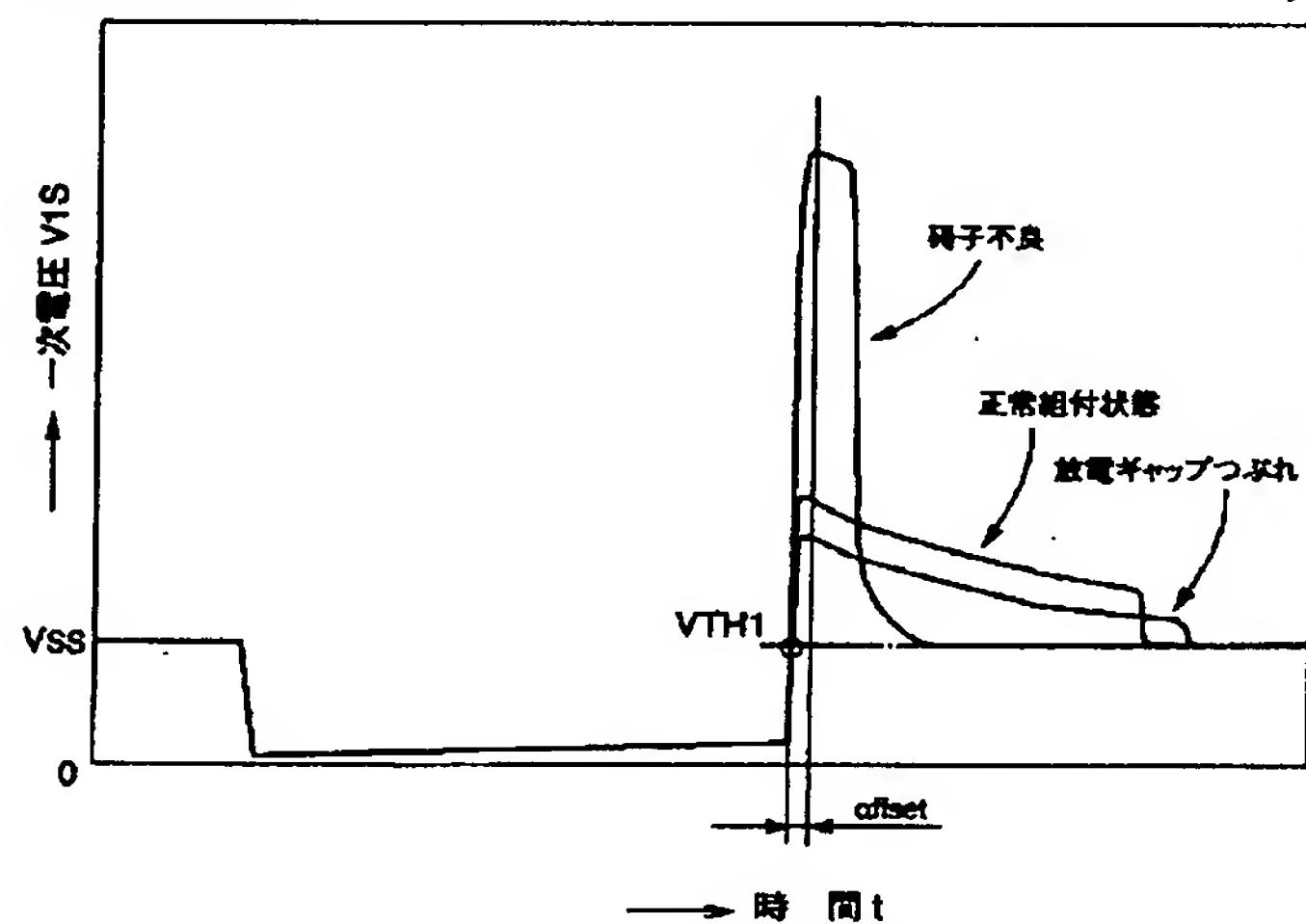
[Drawing 10]



[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Translation done.]